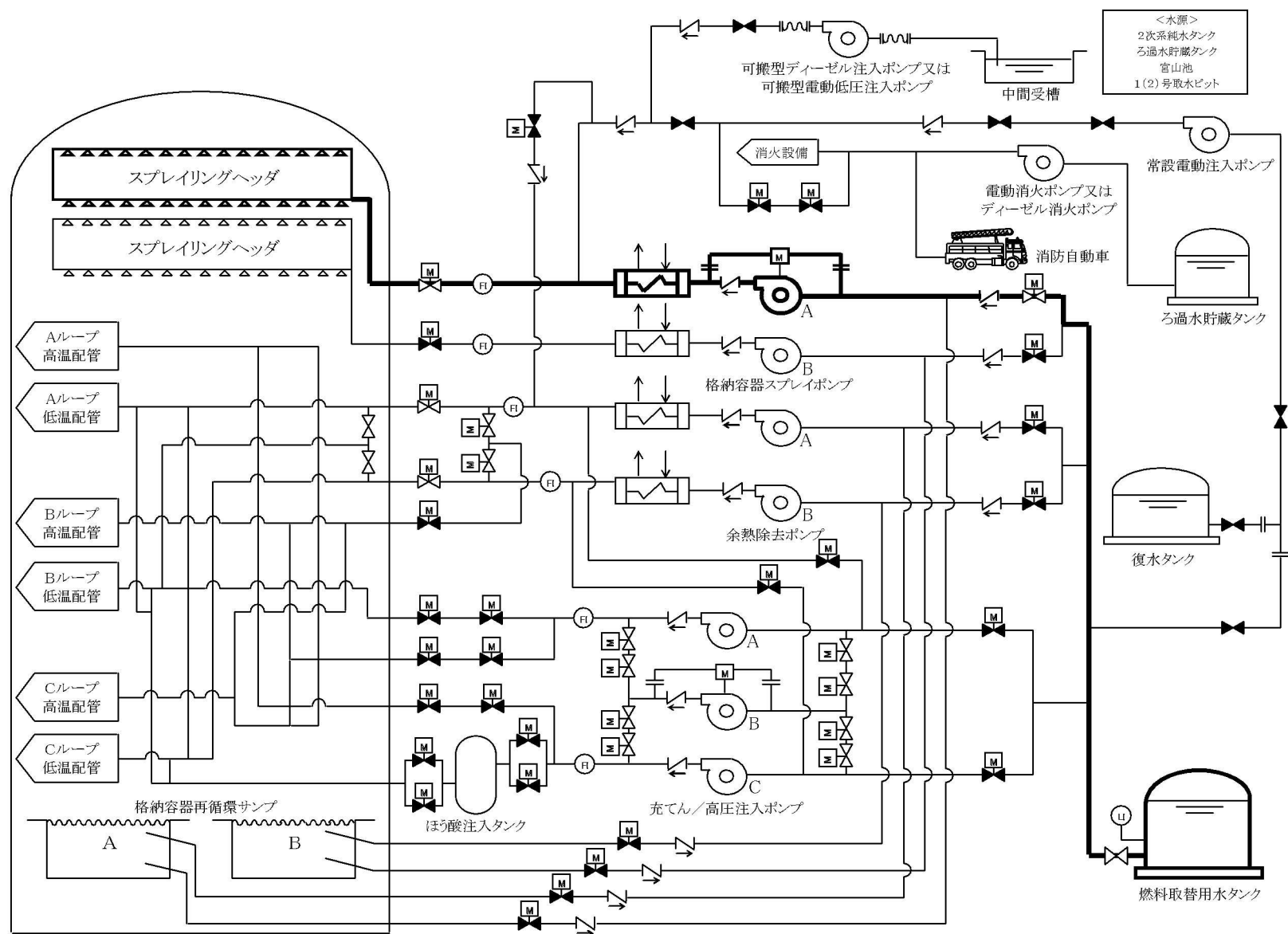
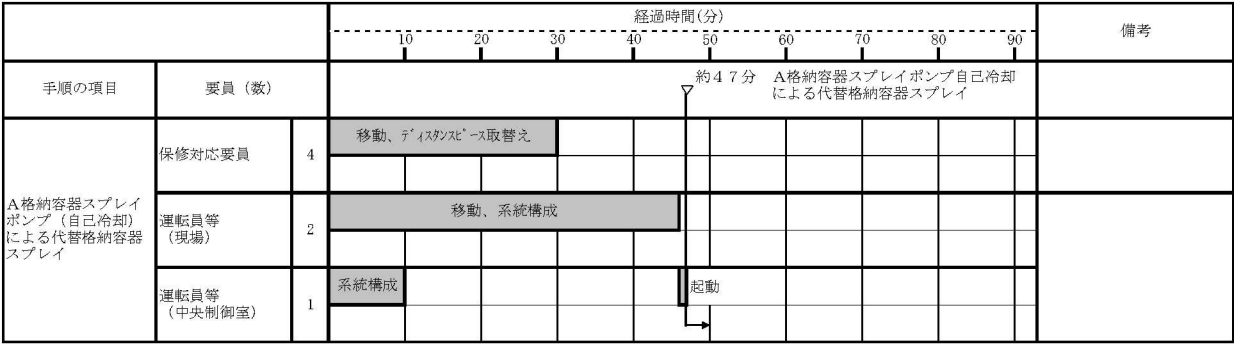
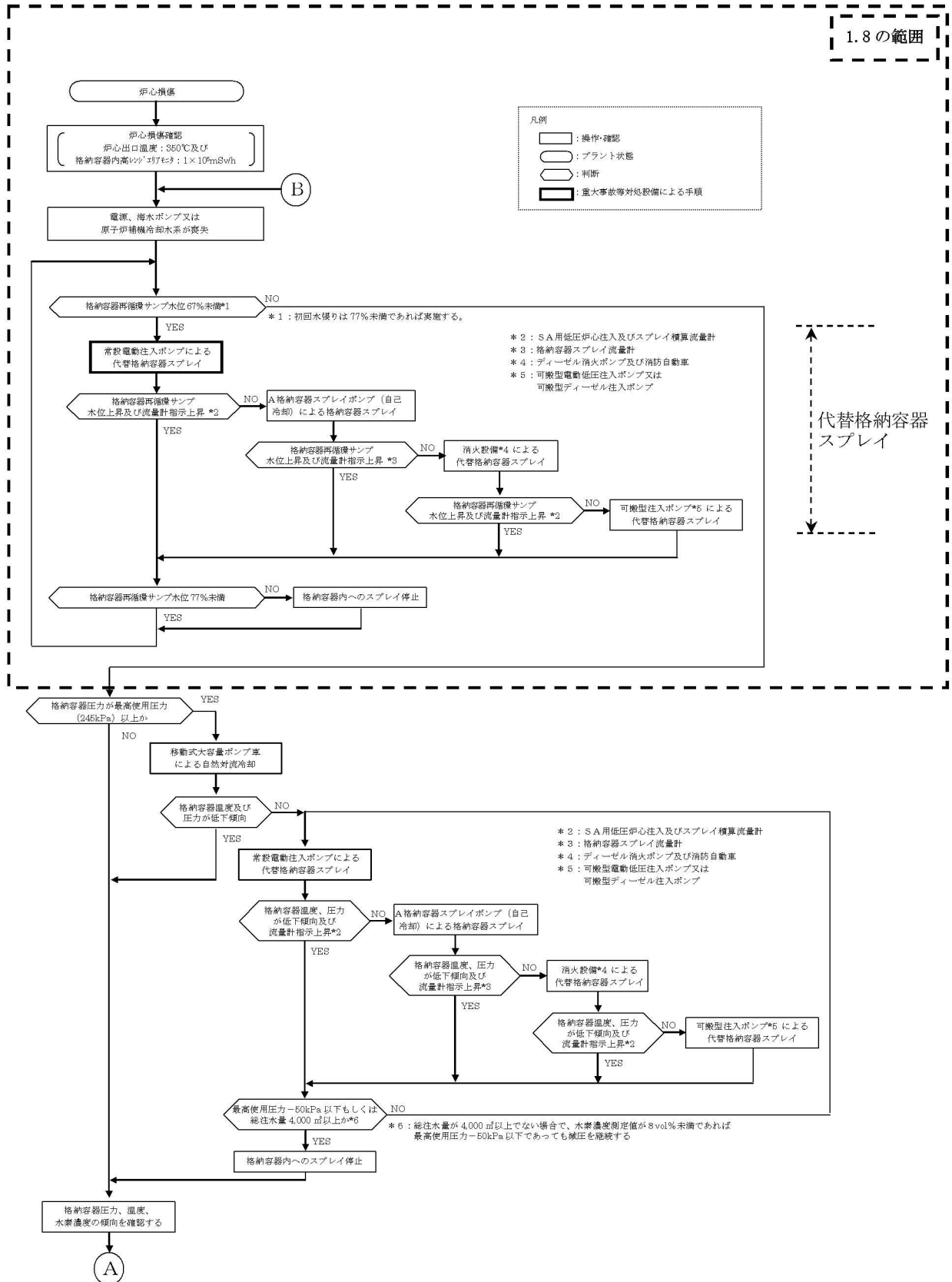


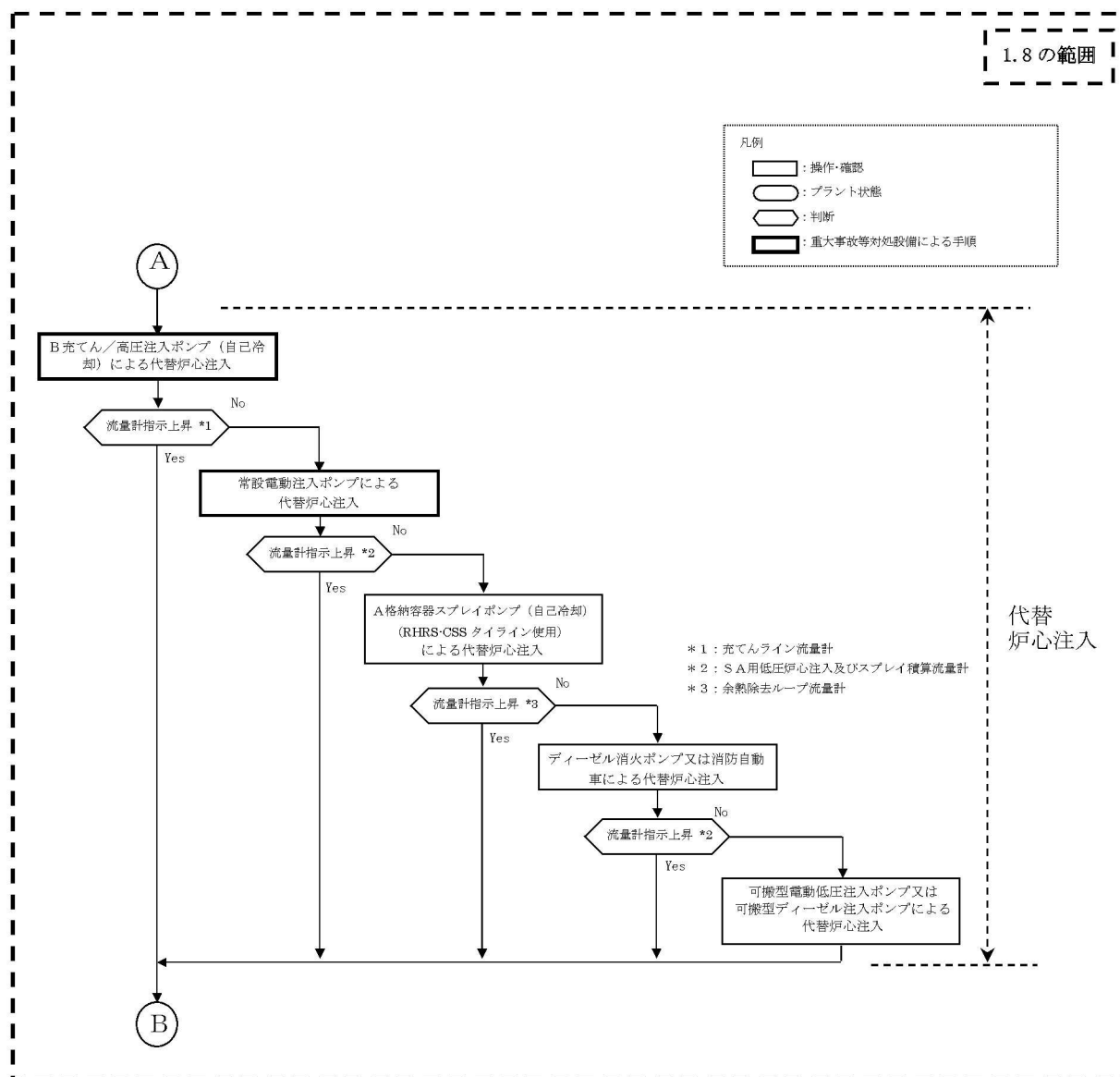


第 1.8.9 図 A 格納容器スプレイポンプ（自己冷却）による代替格納容器スプレイ 概略系統

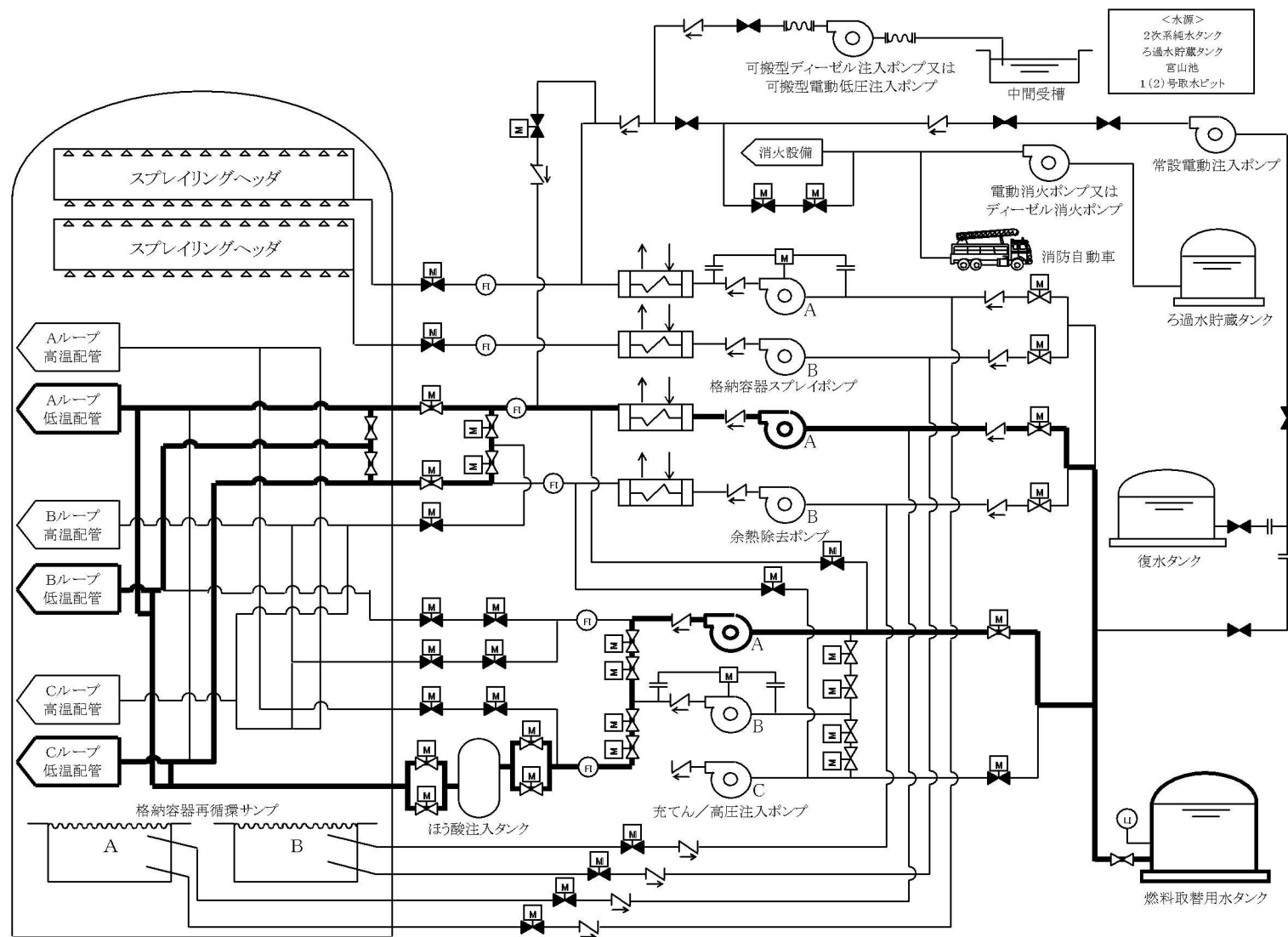


第1.8.10図 A格納容器スプレイポンプ（自己冷却）による代替格納容器スプレイ タイムチャート



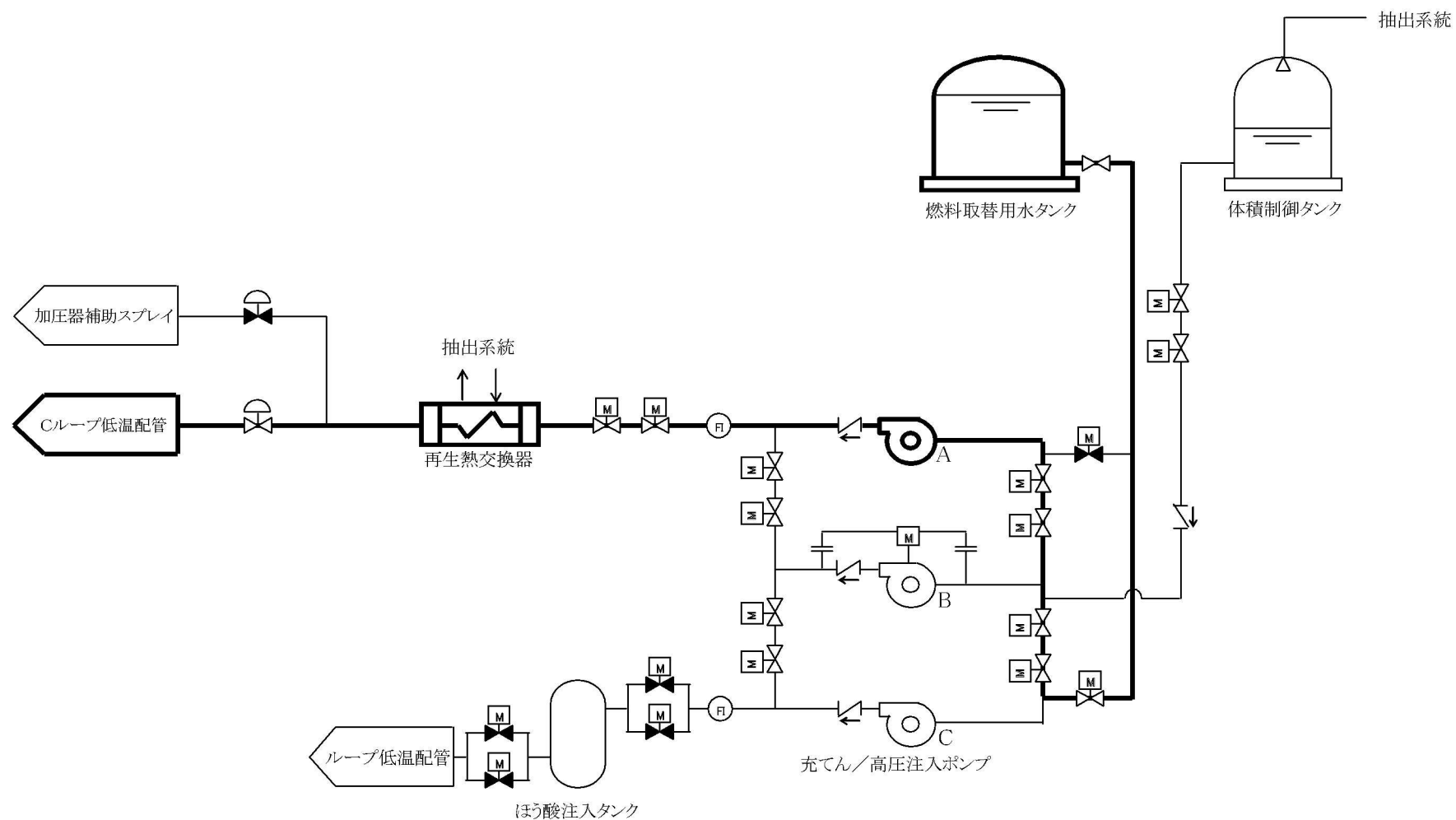


第1.8.11図 格納容器下部の溶融炉心を冷却するための対応手順（2 / 2）
 （全交流動力電源又は原子炉補機冷却機能 喪失）



第1.8.12図 充電／高圧注入ポンプ又は余熱除去ポンプによる高圧又は低圧注入ライン使用した
炉心注入 概略系統

1.8-79



第1.8.13図 充電／高圧注入ポンプによる充電ラインを使用した炉心注入 概略系統

1.9 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等

< 目 次 >

1.9.1 対応手段と設備の選定

(1) 対応手段と設備の選定の考え方

(2) 対応手段と設備の選定の結果

- a. 炉心の著しい損傷が発生した場合において、水素爆発による格納容器の破損を防止する対応手段及び設備
- b. 手 順 等

1.9.2 重大事故等時の手順等

1.9.2.1 水素濃度低減のための手順等

(1) 水素濃度低減

- a. 静的触媒式水素再結合装置
- b. 電気式水素燃焼装置

(2) 水素濃度監視

- a. 可搬型格納容器水素濃度計測装置
- b. ガス分析計

(3) その他の手順項目にて考慮する手順

(4) 優先順位

1.9.2.2 水素濃度を低減させる設備の電源（交流又は直流）を代替電源設備から給電する手順等

1.9 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等

< 要求事項 >

発電用原子炉設置者において、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器内における水素による爆発（以下「水素爆発」という。）による損傷を防止する必要がある場合には、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するために必要な手順等が適切に整備されているか、又は整備される方針が適切に示されていること。

【解釈】

- 1 「水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するために必要な手順等」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための手順等をいう。

（１）BWR

- a) 原子炉格納容器内の不活性化により、原子炉格納容器内における水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するために必要な手順等を整備すること。

（２）PWRのうち必要な原子炉

- a) 水素濃度制御設備により、原子炉格納容器内における水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するために必要な手順等を整備すること。

（３）BWR及びPWR共通

- a) 原子炉格納容器内における水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備が、交流又は直流電源が必要な場合は代替電源設備からの給電を可能とすること。

b) 炉心の著しい損傷後、水－ジルコニウム反応及び水の放射線分解による水素及び酸素の水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止する手順等を整備すること。

炉心の著しい損傷が発生した場合に、水－ジルコニウム反応及び水の放射線分解による水素が、原子炉格納容器（以下「格納容器」という。）内に放出された場合においても水素爆発による格納容器の破損を防止するため、水素濃度制御を行う対処設備を整備しており、ここでは、この対処設備を活用した手順等について説明する。

1.9.1 対応手段と設備の選定

(1) 対応手段と設備の選定の考え方

炉心の著しい損傷が発生した場合において、水－ジルコニウム反応により短期的に発生する水素及び水の放射線分解により発生する水素及び酸素の水素爆発による格納容器の破損を防止するための対応手段と重大事故等対処設備を選定する。

重大事故等対処設備の他に、柔軟な事故対応を行うための対応手段及び多様性拡張設備^{※1}を選定する。

※1 多様性拡張設備：技術基準上の全ての要求事項を満たすことや全てのプラント状況において使用することは困難であるが、プラント状況によっては、事故対応に有効な設備。

選定した重大事故等対処設備により、技術的能力審査基準（以下「審査基準」という。）だけでなく、設置許可基準規則第五十二条及び技術基準規則第六十七条（以下「基準規則」という。）の要求機能を満足する設備が網羅されていることを確認するとともに、多様性拡張設備との関係を明確にする。

(2) 対応手段と設備の選定の結果

審査基準及び基準規則からの要求により選定した対応手段とその対応に使用する重大事故等対処設備と多様性拡張設備を以下に示す。

なお、重大事故等対処設備、多様性拡張設備及び整備する手順についての関係を第1.9.1表に示す。

- a. 炉心の著しい損傷が発生した場合において、水素爆発による格納容器の破損を防止する対応手段及び設備

(a) 対応手段

炉心の著しい損傷が発生した場合において、水－ジルコニウム反応により短期的に発生する水素及び水の放射線分解等により原子炉格納容器内に発生する水素を、水素濃度制御設備により低減し、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止する手段がある。また、水素濃度低減で使用する設備について全交流動力電源又は直流電源喪失時に、代替電源設備から給電する手段についても整備する。

水素濃度低減で使用する設備は以下のとおり。

- ・ 静的触媒式水素再結合装置
- ・ 静的触媒式水素再結合装置動作監視装置
- ・ 電気式水素燃焼装置
- ・ 電気式水素燃焼装置動作監視装置
- ・ 大容量空冷式発電機

炉心の著しい損傷が発生した場合において、水－ジルコニウム反応により短期的に発生する水素及び水の放射線分解等により発生する水素濃度が変動する可能性のある範囲にわたり水素濃度監視設備により測定し、監視する手段がある。また、水素濃度監視で使用する設備について、全交流動力電源又は直流電源喪失時に、代替電源設備から給電する手段についても整備する。

水素濃度監視で使用する設備は以下のとおり。

- ・ 可搬型格納容器水素濃度計測装置
- ・ 可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプ
- ・ 可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置
- ・ 移動式大容量ポンプ車
- ・ 大容量空冷式発電機
- ・ 燃料油貯蔵タンク
- ・ タンクローリ
- ・ ガス分析計

(b) 重大事故等対処設備と多様性拡張設備

審査基準及び基準規則に要求される水素濃度低減に使用する設備のうち、静的触媒式水素再結合装置、静的触媒式水素再結合装置動作監視装置、電気式水素燃焼装置、電気式水素燃焼装置動作監視装置及び大容量空冷式発電機は、いずれも重大事故等対処設備と位置づける。また、水素濃度監視に使用する設備のうち、可搬型格納容器水素濃度計測装置、可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプ、可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置、移動式大容量ポンプ車、大容量空冷式発電機、燃料油貯蔵タンク及びタンクローリは、いずれも重大事故等対処設備と位置づける。

これらの選定した設備は、審査基準及び基準規則に要求される設備がすべて網羅されている。

以上の重大事故等対処設備により、水素爆発による格納容器の破損を防止することが可能であることから、以下の設備は多様性拡張設備と位置づける。あわせて、その理由を示す。

- ・ ガス分析計

事故初期の放射線量が高い環境下での測定が困難であり、中央制御室での連続監視はできないが、可搬型格納容器水素濃度計測装置の代替手段として有効である。

b. 手 順 等

上記のa.により選定した対応手段に係る手順を整備する。また、事故時に監視が必要となる計器及び給電が必要となる設備についても整備する（第1.9.2表、第1.9.3表）。

これらの手順は、運転員等^{※2}、保修対応要員^{※3}及び安全管理班^{※4}の対応として、炉心の著しい損傷が発生した場合に対処する手順等に定める（第1.9.1表）。

※2 運転員等：運転員及び重大事故等対策要員のうち運転対応要員をいう。

※3 保修対応要員：重大事故等対策要員のうち保修対応要員をいう。

※4 安全管理班：緊急時対策本部要員のうち安全管理班の班員をいう。

1.9.2 重大事故等時の手順等

1.9.2.1 水素濃度低減のための手順等

炉心の著しい損傷が発生した場合において、水－ジルコニウム反応等により発生する水素を除去し、格納容器内の水素濃度を低減させるため、以下の手段を用いた手順を整備する。

(1) 水素濃度低減

a. 静的触媒式水素再結合装置

炉心の著しい損傷が発生した場合において、格納容器内の水素濃度を低減させるために設置している静的触媒式水素再結合装置の動作状況を確認する手順を整備する。

水－ジルコニウム反応により短期的に発生する水素及び水の放射線分解等により長期的に緩やかに発生し続ける水素を除去し、濃度低減を継続的に図るため、静的触媒式水素再結合装置を格納容器内に5基設置している。

静的触媒式水素再結合装置は電源等の動力源を必要としない静的な装置であり、格納容器内の水素濃度上昇にしたがって自動的に触媒反応するため、運転員等による準備や起動操作は不要である。

静的触媒式水素再結合装置による水素濃度低減状態については、水素再結合反応時の温度上昇により確認する。

(a) 手順着手の判断基準

炉心の損傷が発生したことを、炉心出口温度等により確認し

た場合。

(b) 操作手順

静的触媒式水素再結合装置の動作状況を確認する手順の概要は以下のとおり。装置の概要を第1.9.1図、第1.9.2図に示す。

- ① 当直課長は、手順着手の判断基準に基づき運転員等に、静的触媒式水素再結合装置の動作状況の確認を指示する。
- ② 運転員等は、中央制御室で静的触媒式水素再結合装置の動作状況を、静的触媒式水素再結合装置動作監視装置の温度指示上昇により確認する。また、直流電源が喪失した場合は、代替電源設備から給電されていることを確認後、静的触媒式水素再結合装置動作監視装置の指示値を確認する。

(c) 操作の成立性

上記の中央制御室対応は1ユニット当たり運転員等1名で実施する。なお、この対応については、中央制御室で対応可能であり、運転員等による準備や起動操作はない。

b. 電気式水素燃焼装置

炉心の著しい損傷が発生した場合において、水－ジルコニウム反応により短期的に発生する水素及び水の放射線分解等により長期的に緩やかに発生し続ける水素を除去し、格納容器内の水素濃度を低減させるために、電気式水素燃焼装置による水素濃度低減を行う手順を整備する。

炉心の著しい損傷が発生した場合において、格納容器内の水素

濃度低減を進めるための更なる水素濃度低減設備として、電気式水素燃焼装置を格納容器内に合計12個（予備1個（ドーム部））設置している。

電気式水素燃焼装置は、生成した水素が格納容器内に拡散して蓄積する前に、水素を強制的に燃焼できるよう、水素放出が想定される箇所に加え、その隣接区画あるいは水素の主要な通過経路に設置している。仮にこれらの電気式水素燃焼装置によって処理できず、格納容器ドーム部頂部に水素が滞留又は成層化した場合においても、早期段階から確実に処理するために、格納容器上部ドーム頂部付近に2個（うち1個予備）を設置する。

（a）手順着手の判断基準

炉心出口温度計指示が350℃に到達した場合。

又は、安全注入動作を伴う1次冷却材喪失時に全ての高圧注入系機能が喪失した場合。

（b）操作手順

電気式水素燃焼装置により水素濃度を低減する手順の概要は以下のとおり。装置の概要を第1.9.3図、第1.9.4図に示す。

- ① 当直課長は、手順着手の判断基準に基づき運転員等に、電気式水素燃焼装置の起動を指示する。
- ② 運転員等は中央制御室内にある重大事故等対処用制御盤で、速やかに電気式水素燃焼装置を起動する。また、全交流動力電源が喪失した場合は、代替電源設備である大容量空冷式発電機からの給電後、速やかに電気式水素燃焼装

置を起動する。

- ③ 運転員等は、中央制御室で、電気式水素燃焼装置の動作状況を電気式水素燃焼装置動作監視装置の温度指示上昇により確認する。また、直流電源が喪失した場合は、代替電源設備から給電されていることを確認後、電気式水素燃焼装置動作監視装置の指示値を確認する。

(c) 操作の成立性

上記の中央制御室対応は1ユニット当たり運転員等1名により実施する。電気式水素燃焼装置は、中央制御室内にある重大事故等対処用制御盤から速やかに起動する。

(2) 水素濃度監視

a. 可搬型格納容器水素濃度計測装置

炉心の著しい損傷が発生した場合において、水素濃度が変動する可能性のある範囲で格納容器内の水素濃度を、中央制御室にて連続監視することができるよう可搬型格納容器水素濃度計測装置を設置しており、この装置を使用して水素濃度監視を行う手順を整備する。全交流動力電源及び原子炉補機冷却機能喪失時には、代替電源設備である大容量空冷式発電機からの給電後に操作を実施する。

なお、両ユニット同時被災した場合は、中央制御室からの遠隔操作により1号炉、2号炉交互に水素濃度監視を実施する。

(a) 手順着手の判断基準

炉心出口温度計指示が350℃に到達した場合。

又は、安全注入動作を伴う1次冷却材喪失時に全ての高圧注入系機能が喪失した場合。

(b) 操作手順

可搬型格納容器水素濃度計測装置により水素濃度を監視する手順の概要は以下のとおり。概略系統を第1.9.5図、第1.9.6図に、タイムチャートを第1.9.7図に示す。

i. 全交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合の操作手順

- ① 当直課長は、手順着手の判断基準に基づき運転員等及び保修対応要員に、可搬型格納容器水素濃度計測装置による水素濃度監視の準備作業と系統構成を指示する。
- ② 運転員等は、中央制御室及び現場で可搬型格納容器水素濃度計測装置による水素濃度監視のための系統構成を実施する。
- ③ 保修対応要員は、現場にて可搬型格納容器水素濃度計測装置及び可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置の保管場所へ移動し、所定の場所へ運搬、設置し、接続を実施する。
- ④ 運転員等は、保修対応要員に可搬型格納容器水素濃度計測装置の接続完了を確認し、中央制御室にて水素濃度計の電源を投入する。

- ⑤ 運転員等は、保修対応要員に可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置の接続完了を確認し、可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置の起動準備を行う。
- ⑥ 運転員等は、中央制御室及び現場にて、格納容器隔離弁の開操作を実施し、水素濃度監視の系統構成を実施する。
- ⑦ 当直課長は、可搬型格納容器水素濃度計測装置による計測準備ができれば、運転員等及び保修対応要員に水素濃度測定開始を指示する。
- ⑧ 保修対応要員は、現場にて可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置を起動する。
- ⑨ 運転員等は、現場にて可搬型水素濃度計測装置出入口弁を開弁する。
- ⑩ 運転員等は、中央制御室にて、5分間パージ後に中央制御室の重大事故等対処用制御盤にて格納容器内の水素濃度を確認する。

ii. 全交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が喪失した場合の
操作手順

- ① 当直課長は、手順着手の判断基準に基づき運転員等及び保修対応要員に、可搬型格納容器水素濃度計測装置による水素濃度監視の準備作業と系統構成を指示する。
- ② 運転員等は、中央制御室及び現場で可搬型格納容器水素濃度計測装置による水素濃度監視のための系統構成を実施する。

- ③ 運転員等は、現場にて可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプ接続の系統構成を実施する。
- ④ 保修対応要員は、現場にて可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプの接続及び、可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプ起動操作を実施する。
- ⑤ 保修対応要員は、現場にて可搬型格納容器水素濃度計測装置及び可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置の保管場所へ移動し、所定の場所へ運搬、設置し、接続を実施する。
- ⑥ 保修対応要員は、現場にて空気作動弁開処置を実施する。
- ⑦ 運転員等は、現場にて代替空気供給ラインのフレキシブルホースを接続する。
- ⑧ 運転員等は、現場にて窒素ポンベによる代替空気供給を実施する。
- ⑨ 運転員等は、中央制御室にて保修対応要員に可搬型格納容器水素濃度計測装置の接続完了を確認し、水素濃度計の電源を投入する。
- ⑩ 運転員等は、保修対応要員に可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置の接続完了を確認し、可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置の起動準備を行う。
- ⑪ 運転員等は、中央制御室及び現場にて、格納容器隔離弁の開操作を実施し、水素濃度監視の系統構成を実施する。
- ⑫ 当直課長は、可搬型格納容器水素濃度計測装置による

計測準備ができれば、運転員等及び保修対応要員に水素濃度測定を開始を指示する。

- ⑬ 保修対応要員は、現場にて可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置を起動する。
- ⑭ 運転員等は、現場にて可搬型水素濃度計測装置出入口弁を開弁する。
- ⑮ 運転員等は、中央制御室にて、5分間パージ後に中央制御室の重大事故等対処用制御盤にて格納容器内の水素濃度を確認する。また、直流電源が喪失している場合は、代替電源設備から給電されていることを確認後、可搬型格納容器水素濃度計測装置の指示値を確認する。
- ⑯ 運転員等は、24時間以内に移動式大容量ポンプ車による補機冷却海水通水が行われていることを確認後、ガスサンプリング冷却器の冷却水を可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプから、海水通水に切り替える。

(c) 操作の成立性

全交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合の中央制御室対応は、1ユニット当たり運転員等1名、現場対応は1ユニット当たり運転員等2名及び保修対応要員4名により作業を実施し、所要時間は、約80分と想定する。

全交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が喪失した場合の中央制御室対応は、1ユニット当たり運転員等1名、現場対応は1ユニット当たり運転員等2名及び保修対応要員4名により作業を実施し、所要時間は、約95分と想定する。

円滑に作業できるように移動経路を確保し、可搬型照明や通信設備等を整備する。可搬型ガスサンプリング圧縮装置等の接続については、速やかに作業できるよう作業場所近傍に使用工具を配備する。室温は通常運転状態と同等である。

可搬型格納容器水素濃度計測装置は共用設備であるため、1号炉、2号炉が同時被災した場合は、格納容器内の水素濃度計測を約5分毎に交互に実施する。切替えにあたっては、都度ページ操作を行う。他号炉に悪影響を及ぼさないよう、汚染度の大きい格納容器のサンプルガスを汚染度の小さい格納容器に流入させないように、放射性物質と水素を含むサンプルガスのページ先となる格納容器を選択する。なお、号炉間をまたぐページの際に、格納容器の自由体積に対してサンプルガスの流量は十分小さいため悪影響は及ぼさない。

b. ガス分析計

事故時の格納容器内の水素濃度を監視するための設備として、試料採取管に格納容器雰囲気ガスを採取し、化学室にて手分析により間欠的に水素濃度を監視するガス分析計を設置している。ガス分析計は、全交流動力電源喪失時においても代替電源設備である大容量空冷式発電機から給電可能である。

炉心の損傷が発生した場合において可搬型格納容器水素濃度計測装置による監視ができない場合に、ガス分析計による水素濃度の監視を行う手順を整備する。

(a) 手順着手の判断基準

炉心損傷が発生し可搬型格納容器水素濃度計測装置による監視ができない場合において、現場の放射線量が低下し、現場操作が可能となった場合。

(b) 操作手順

ガス分析計による水素濃度を監視する手順の概要は以下のとおり。概略系統を第1.9.6図、第1.9.8図に、タイムチャートを第1.9.9図に示す。

- ① 当直課長は、手順着手の判断基準に基づき運転員等、保
修対応要員及び安全管理班にガス分析計による水素濃度監
視の準備作業と系統構成を指示する。
- ② 運転員等は、現場でガス分析計による水素濃度監視の作
業準備と系統構成を行う。(全交流動力電源及び原子炉補
機冷却水喪失時は保修対応要員含む)
- ③ 当直課長は、ガス分析計による水素濃度測定が可能とな
れば、安全管理班に試料採取管にて格納容器雰囲気ガスの
採取開始を指示する。
- ④ 安全管理班は、現場で試料採取管にて格納容器雰囲気ガ
スを採取する。
- ⑤ 安全管理班は、現場にて採取した格納容器雰囲気ガスの
水素濃度をガス分析計により監視し、結果を当直課長及び
緊急時対策本部に報告する。

(c) 操作の成立性

上記の現場対応は、1ユニット当たり運転員等1名及び安全管理班2名により作業を実施し、所要時間は、約60分と想定する。(全交流動力電源及び原子炉補機冷却水の供給機能が喪失している場合は、保修対応要員2名及び安全管理班2名により作業を実施し、所要時間は、約95分と想定する。)

円滑に作業できるように移動経路を確保し、可搬型照明や通信設備等を整備する。室温は通常運転状態と同等である。

なお、ガス分析計による分析作業は、試料採取管に鉛遮へいがあること及び分析用のガスが少量であり、被ばく評価上も問題ないが、実作業においては線量率が低いことを確認し作業を実施する。

(3) その他の手順項目にて考慮する手順

ガスサンプリング冷却器への海水通水前の移動式大容量ポンプ車による補機冷却海水通水の手順は、「1.5最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等」にて整理する。

移動式大容量ポンプ車への燃料補給の手順は「1.6原子炉格納容器内の冷却等のための手順等」にて整理する。

操作の判断、確認に係る計装設備に関する手順は「1.15 事故時の計装に関する手順等」にて整備する。

(4) 優先順位

炉心の著しい損傷が発生している場合の水素濃度低減及び水素濃度監視手段として、以上の手段を用いて、格納容器内における水素

爆発による格納容器の破損の防止を図る。

水素濃度低減について、静的触媒式水素再結合装置は、電源等の動力源を必要としない静的な装置であり、格納容器内の水素濃度上昇にしたがい自動的に触媒反応するものであることから必然的に優先する。また、電気式水素燃焼装置は、更なる水素濃度低減を図るために手動にて起動する。

水素濃度監視の優先順位は、格納容器水素濃度を中央制御室で連続的に監視可能である可搬型格納容器水素濃度計測装置による水素濃度監視を優先する。可搬型格納容器水素濃度計測装置による水素濃度測定ができない場合にガス分析計による水素濃度監視を行う。

以上の対応手順のフローチャートを第1.9.10図に示す。

1.9.2.2 水素濃度を低減させる設備の電源（交流又は直流）を代替電源設備から給電する手順等

炉心の著しい損傷が発生し、全交流動力電源又は直流電源が喪失した場合に、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するため、代替電源設備により水素濃度低減に使用する設備及び水素濃度監視に使用する設備へ給電する手順を整備する。

代替電源設備により給電する手順は「1.14 電源の確保に関する手順等」にて整備する。

第1.9.1表 重大事故等における対応手段と整備する手順

分類	機能喪失を想定する設計基準事故対応設備	対応手段	対応設備		整備する手順書*1	手順書の分類
—	—	水素濃度低減	静的触媒式水素再結合装置	重大事故等対応設備	炉心の著しい損傷が発生した場合に対処する手順等（三部：運転員等及び保修対応要員）	炉心の著しい損傷が発生した場合に対処する運転手順等
			静的触媒式水素再結合装置 動作監視装置*2*3			
			電気式水素燃焼装置*2*3			
			電気式水素燃焼装置 動作監視装置*2*3			
			大容量空冷式発電機*3			
		水素濃度監視	可搬型格納容器水素濃度計測装置*2*3	重大事故等対応設備	炉心の著しい損傷が発生した場合に対処する手順等（三部：運転員等及び保修対応要員）	炉心の著しい損傷が発生した場合に対処する運転手順
			可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプ*2*3			
			可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置*2*3			
			移動式大容量ポンプ車			
			大容量空冷式発電機*3			
			燃料油貯蔵タンク*4			
			タンクローリ*4			
			ガス分析計	多様性拡張設備		

*1：整備する手順は、想定事象別に第一部（設計基準事象）、第二部（設計基準外事象：事象ベース、兆候（安全機能）ベース、停止中）、第三部（炉心損傷後影響緩和）に整備する。

*2：ディーゼル発電機等により給電する。

*3：代替電源設備からの給電に関する手順は「1.14電源の確保に関する手順等」にて整備する。

*4：移動式大容量ポンプ車の燃料補給に使用する。燃料補給の手順は、「1.6原子炉格納容器内の冷却等のための手順等」にて整備する。

第 1.9.2 表 重大事故等対処に係る監視計器

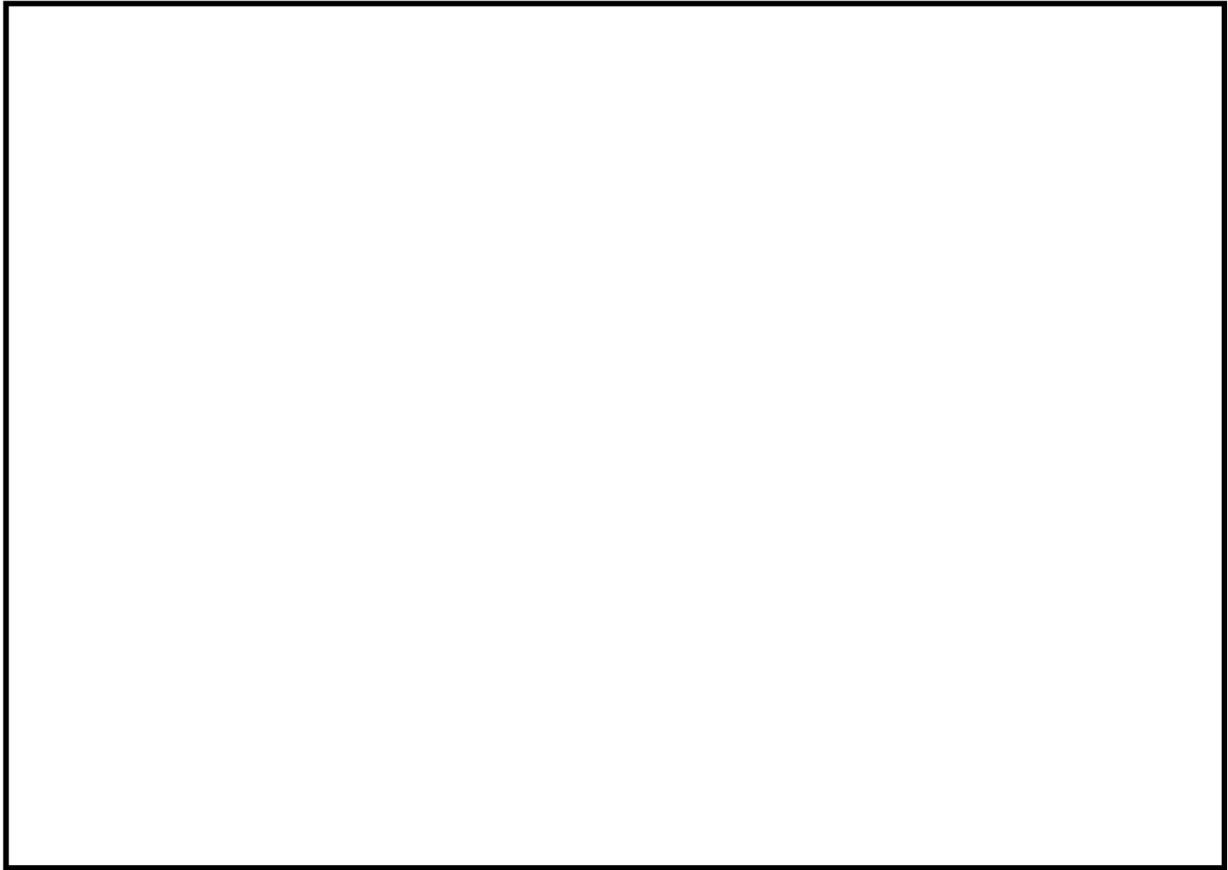
1.9 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等

監視計器一覧

対応手段		重大事故等の 対応に必要なと なる監視項目	監視計器
1.9.2.1 水素濃度低減のための手順等 (1) 水素濃度低減			
a. 静的触媒式水素再結合装置	判断基準	原子炉压力容器内の温度	・ 炉心出口温度計
		原子炉格納容器内の放射線量率	・ 格納容器内高レンジエリア モニタ B (高レンジ)
	操作	補機監視機能	・ 静的触媒式水素再結合装置動作 監視装置
b. 電気式水素燃焼装置	判断基準	原子炉压力容器内の温度	・ 炉心出口温度計
		原子炉压力容器内の注水量	・ ほう酸注入ライン流量計
		補機監視機能	・ 充てん／高圧注入ポンプ電流計
	操作	補機監視機能	・ 電気式水素燃焼装置動作監視装置
		原子炉格納容器内の水素濃度	・ 格納容器水素濃度計測装置
		電源	・ A、B 直流電源電圧計
1.9.2.1 水素濃度低減のための手順等 (2) 水素濃度監視			
a. 可搬型格納容器水素濃度 計測装置	判断基準	原子炉压力容器内の温度	・ 炉心出口温度計
		原子炉压力容器内の注水量	・ ほう酸注入ライン流量計
		補機監視機能	・ 充てん／高圧注入ポンプ電流計
		原子炉格納容器内の放射線量率	・ 格納容器内高レンジエリア モニタ B (高レンジ)
	操作	原子炉格納容器内の水素濃度	・ 格納容器水素濃度計測装置
b. ガス分析計	判断基準	原子炉压力容器内の温度	・ 炉心出口温度計
		原子炉格納容器内の放射線量率	・ 格納容器内高レンジエリア モニタ B (高レンジ)
	操作	原子炉格納容器内の水素濃度	・ ガス分析計 (手分析値)

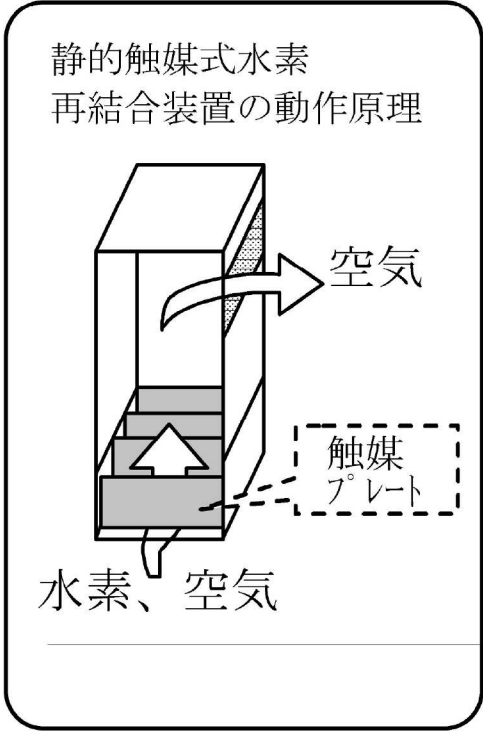
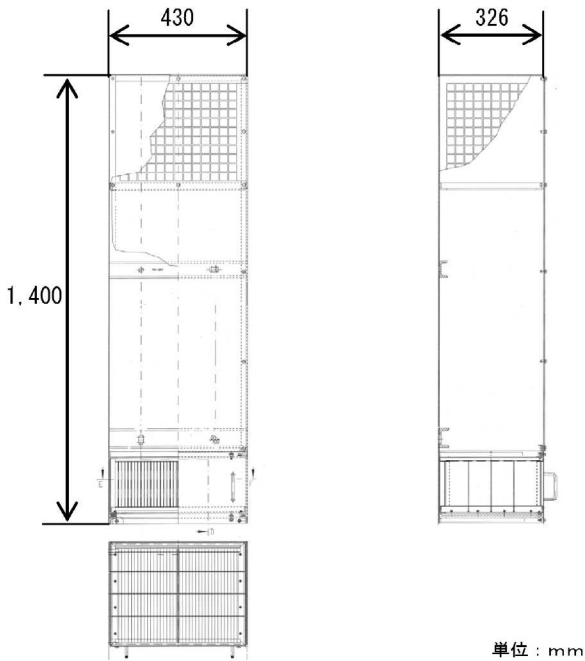
第 1.9.3 表 審査基準における要求事項毎の給電対象設備

対象条文	供給対象設備	受電盤
【1.9】 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等	静的触媒式水素再結合装置動作監視装置	A 直流 コントロールセンタ
		B 直流 コントロールセンタ
	電気式水素燃焼装置	C2 原子炉 コントロールセンタ
	電気式水素燃焼装置動作監視装置	A 直流 コントロールセンタ
		B 直流 コントロールセンタ
	可搬型格納容器水素濃度計測装置	A 直流 コントロールセンタ
		B 直流 コントロールセンタ
	可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプ	A 事故後サンプリングエリア コントロールセンタ
	可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置	A 事故後サンプリングエリア コントロールセンタ

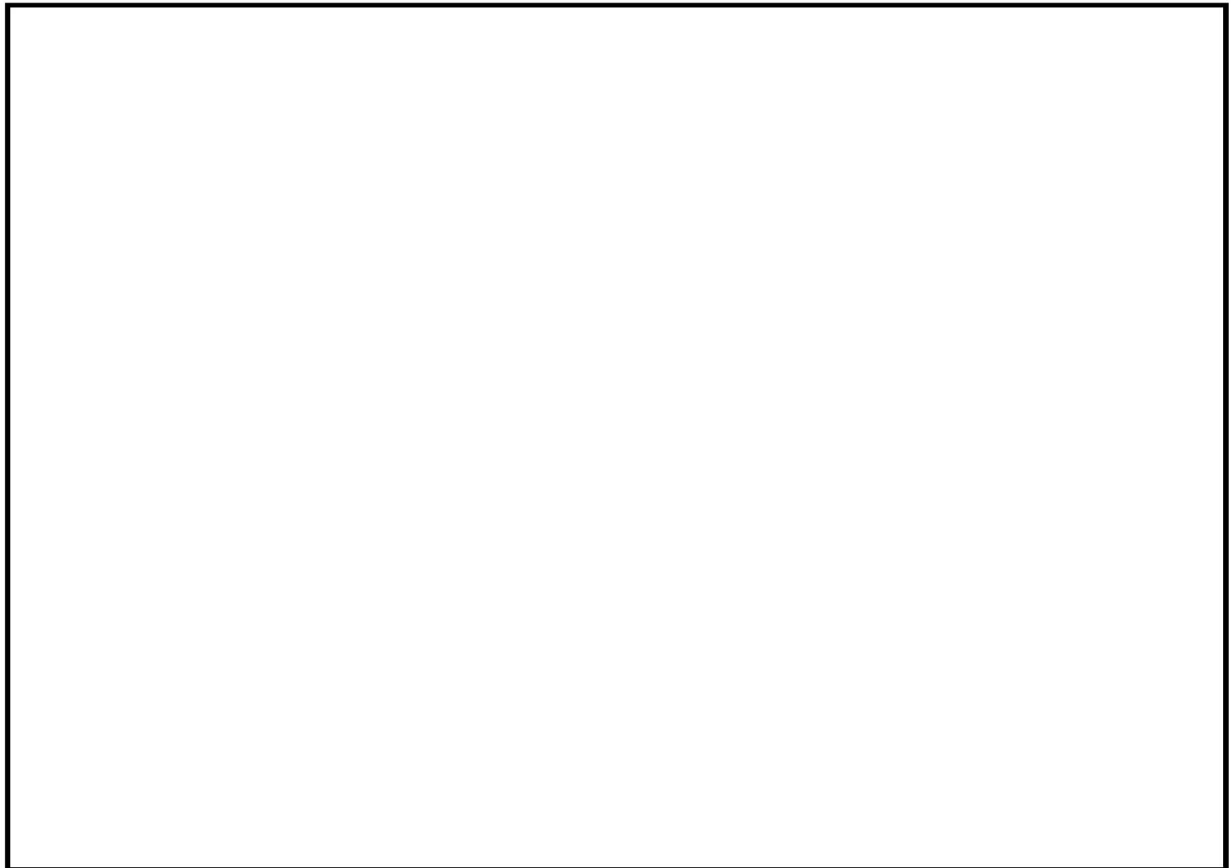


：防護上の観点から公開できません

第 1.9.1 図 静的触媒式水素再結合装置位置概略図

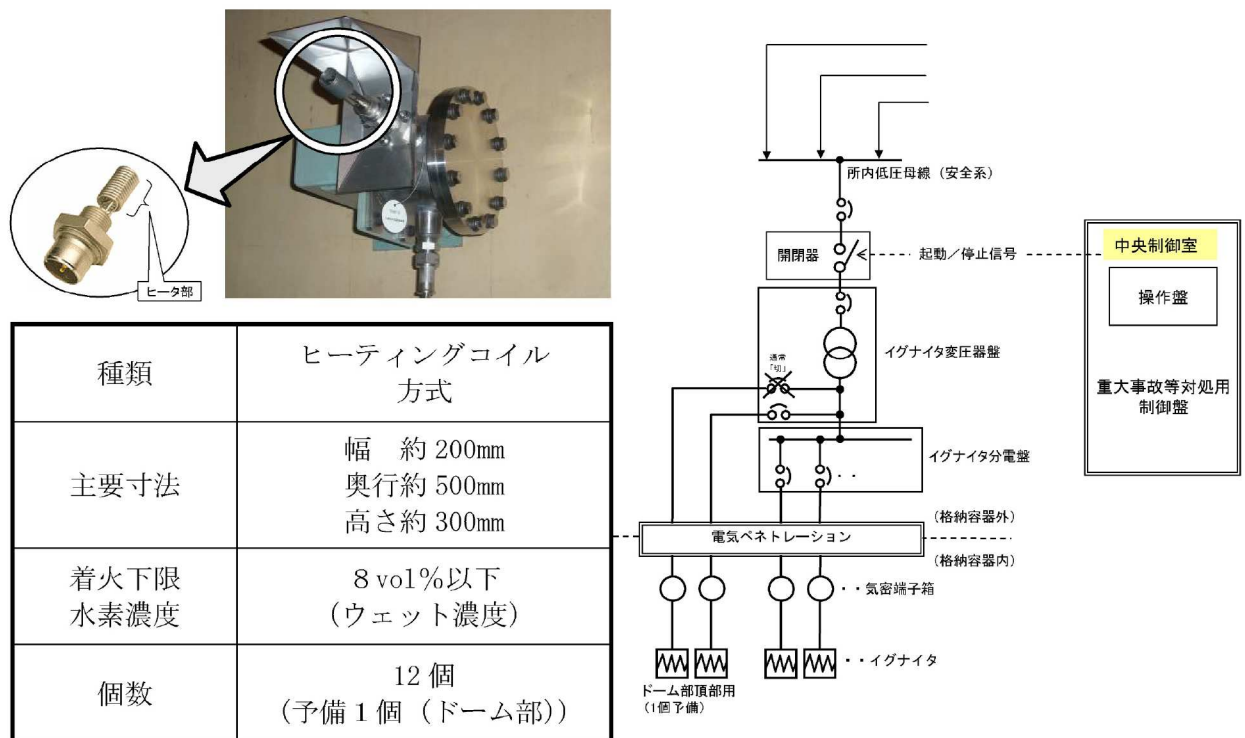


第 1.9.2 図 静的触媒式水素再結合装置外形図

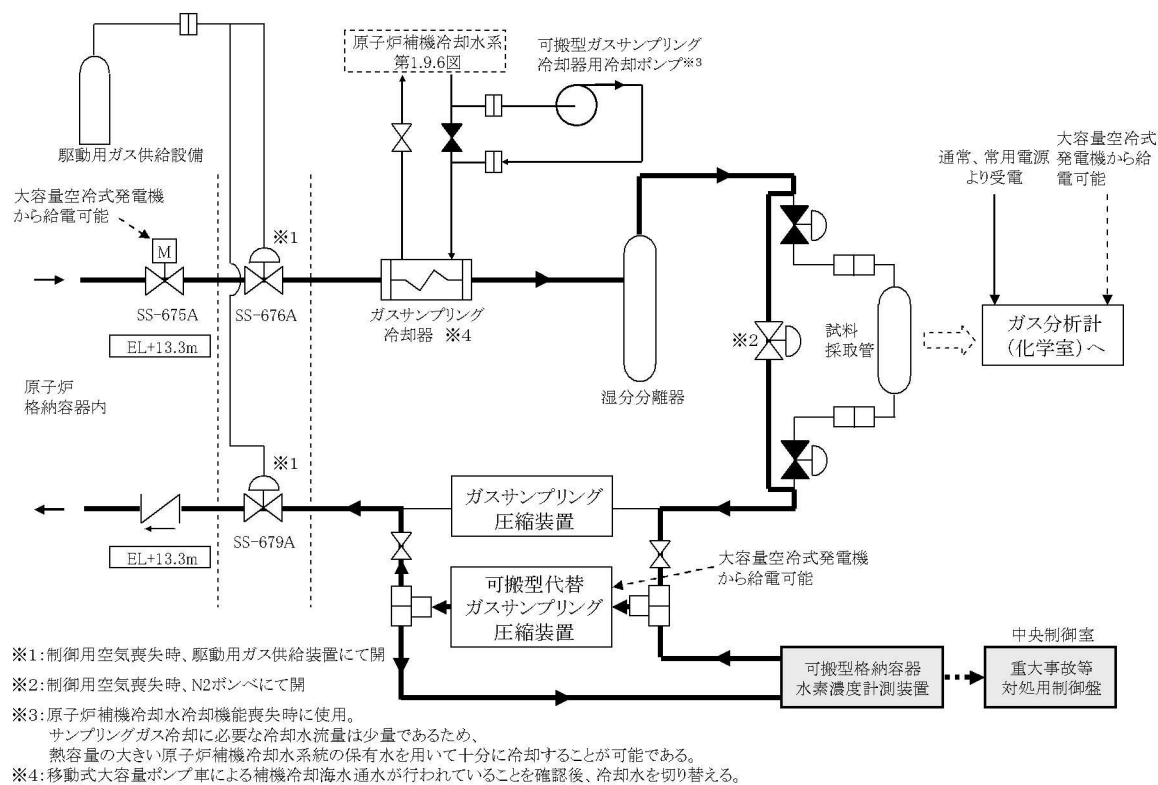


□ : 防護上の観点から公開できません

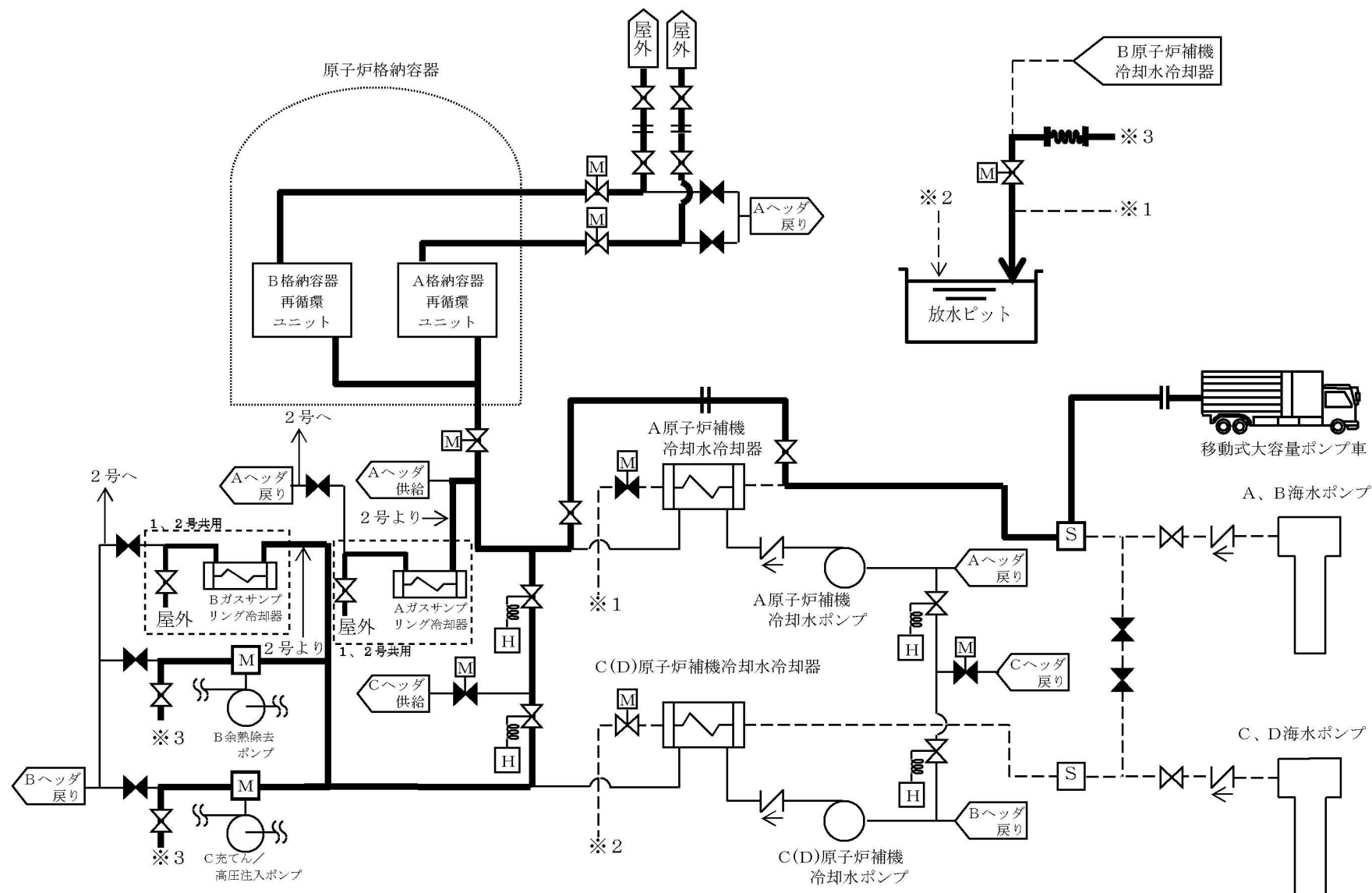
第 1.9.3 図 電気式水素燃焼装置設置位置概略図



第 1.9.4 図 電気式水素燃焼装置外形図



第1.9.5図 可搬型格納容器水素濃度計測装置による水素濃度監視



第 1.9.6 図 移動式大容量ポンプ車による補機冷却海水通水 概略系統

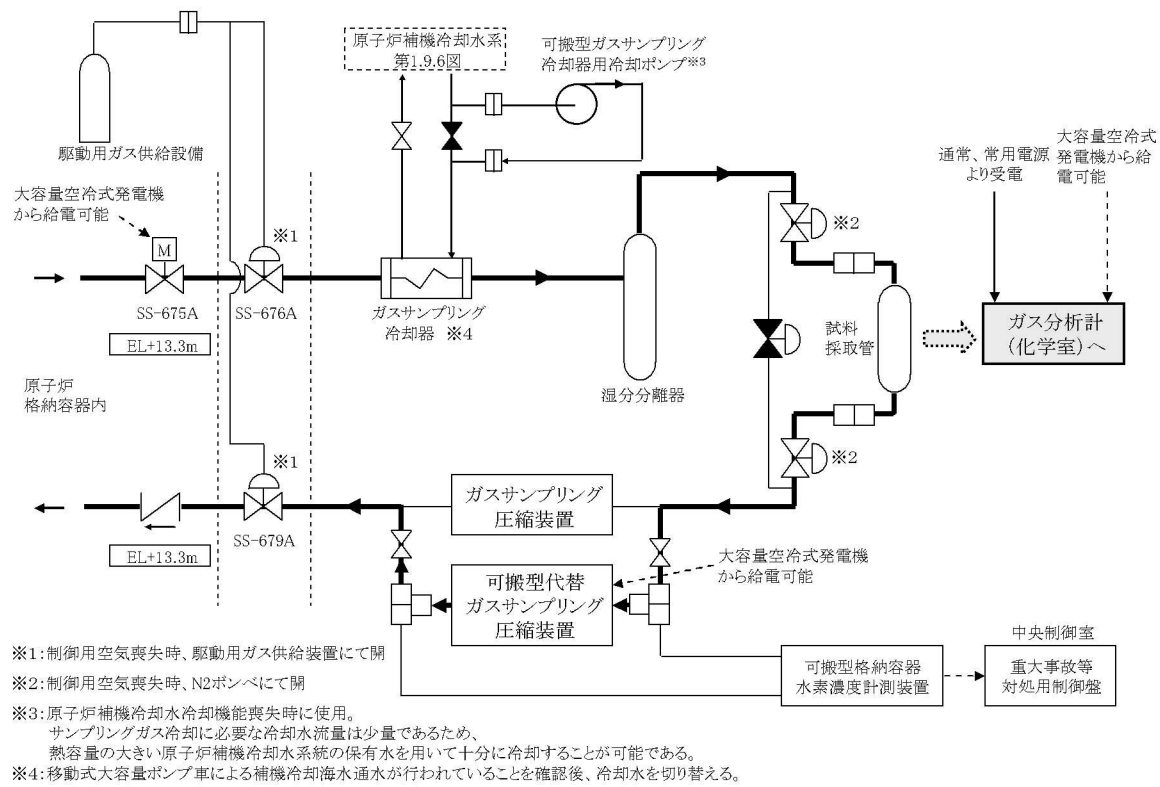
		経過時間(分)												備考
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
手順の項目	要員 (数)	約80分※ 可搬型格納容器水素濃度計測装置による原子炉格納容器の水素濃度測定可能												
可搬型格納容器水素濃度計測装置による原子炉格納容器水素濃度監視	保守対応要員	4	移動											
					可搬型水素濃度計接続									
						可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置の接続								
								可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置の起動						
	運転員等 (現場)	1	移動、電源操作											
			移動、系統構成											
						移動、可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置起動準備								
								移動、格納容器隔離弁 開操作						
	運転員等 (中央制御室)	1												

※：炉心出口温度上昇時、該当操作開始からの時間

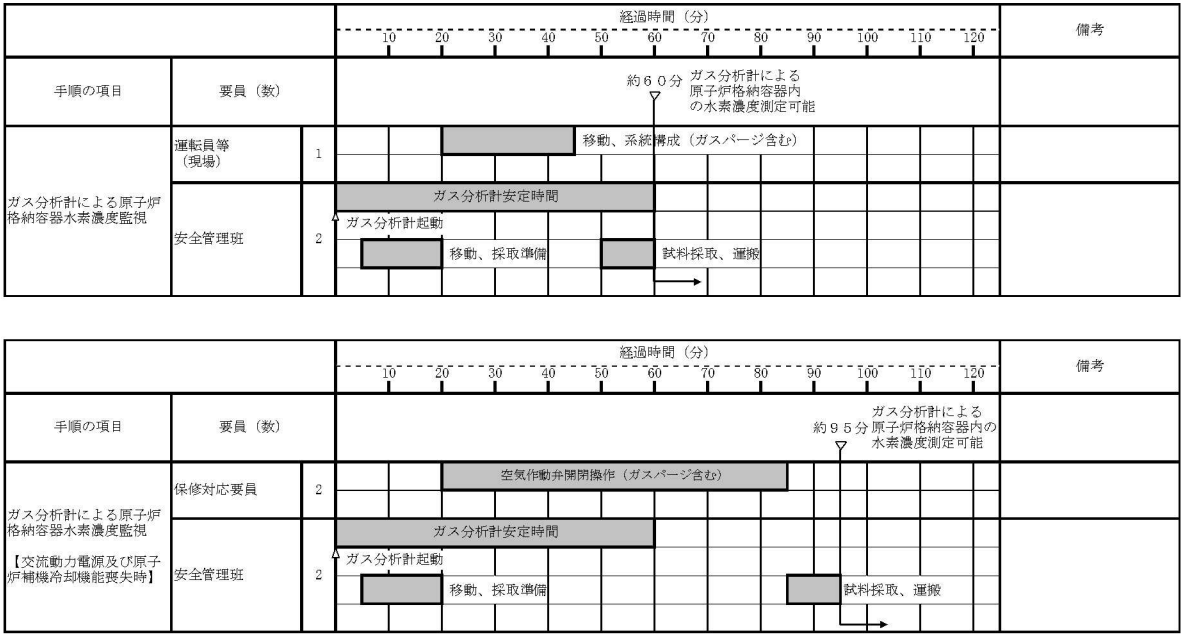
		経過時間(分)												備考
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
手順の項目	要員 (数)	約95分※1 可搬型格納容器水素濃度計測装置による原子炉格納容器の水素濃度測定可能												
可搬型格納容器水素濃度計測装置による原子炉格納容器水素濃度監視 【交流動力電源及び原子炉補機冷却機能喪失時】	保守対応要員	4	移動											
					可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプの接続、起動									
						可搬型水素濃度計接続								
						可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置の接続								
	運転員等 (現場)	1	移動、電源操作											
			移動、系統構成											
						移動、可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプ起動準備								
						移動、代替空気供給操作								
	運転員等 (中央制御室)	1												

※1：全交流動力電源喪失時、代替電源から受電後、該当操作開始からの時間

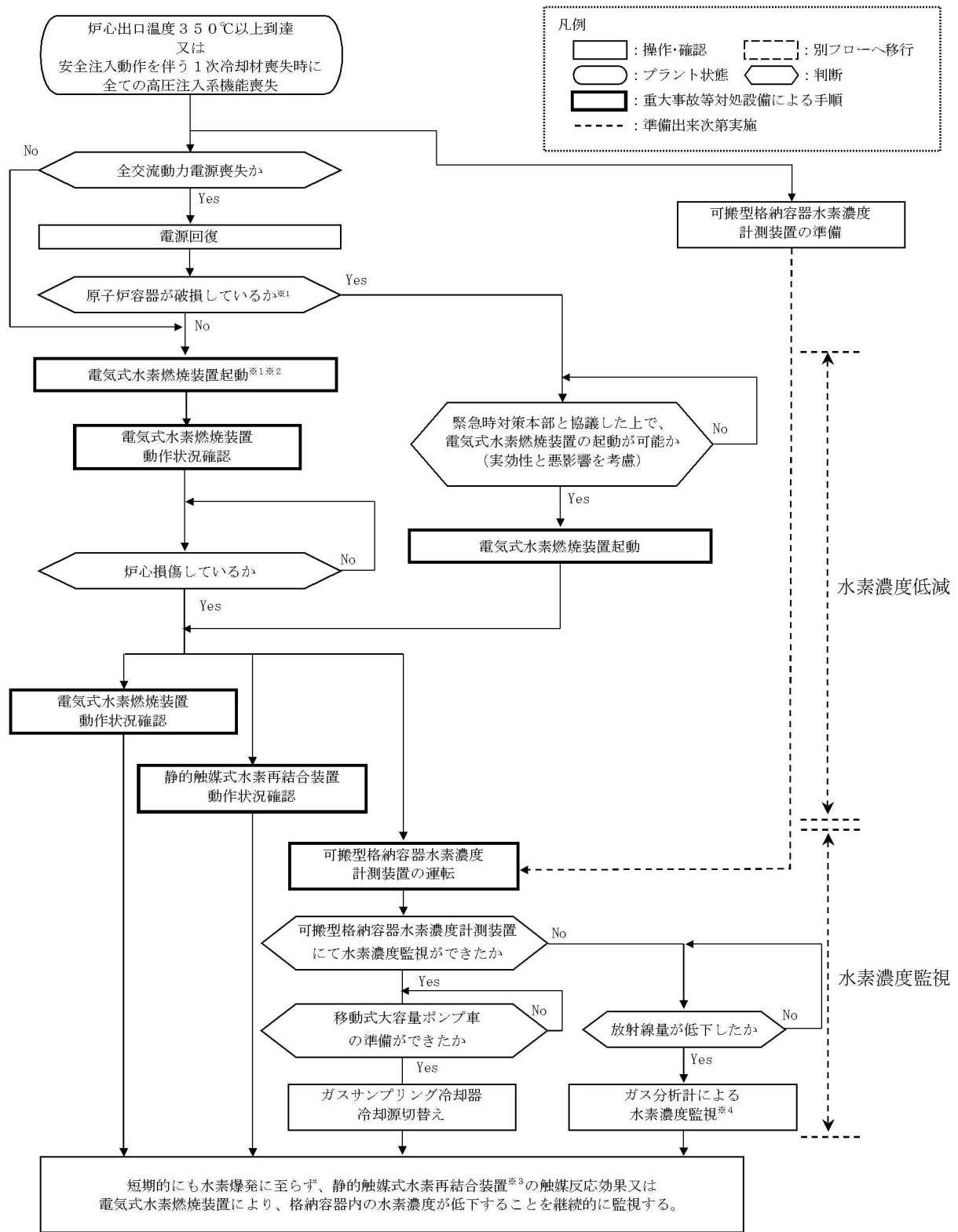
第1.9.7図 可搬型格納容器水素濃度計測装置による水素濃度監視
タイムチャート



第1.9.8図 ガス分析計による水素濃度監視



第1.9.9図 ガス分析計による水素濃度監視 タイムチャート



※1 全交流動力電源喪失時は、炉心出口温度 350℃に到達した場合は、受電後速やかに起動する。ただし、原子炉容器破損時は、緊急時対策本部と協議して起動する。(最短期間での原子炉容器破損の目安として炉心出口温度 350℃到達約 60 分)

※2 交流動力電源健全時は、炉心出口温度 350℃到達後速やかに起動する。(水-Zr 反応による水素発生の目安として炉心出口温度 350℃到達後約 10 分)

※3 静的触媒式水素再結合装置：触媒反応により水素濃度を低下させる装置

※4 可搬型格納容器水素濃度計測装置が使用不可の場合は、ガス分析器計にて測定する。

第 1.9.10 図 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための対応手順

1.10 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等

< 目 次 >

1.10.1 対応手段と設備の選定

(1) 対応手段と設備の選定の考え方

(2) 対応手段と設備の選定の結果

- a. 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止する対応手段と設備
- b. 手 順 等

1.10.2 重大事故等時の手順等

1.10.2.1 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止する手順等

(1) 水素排出（アニュラス空気浄化設備）

- a. 交流動力電源及び直流電源が健全である場合の操作手順
- b. 全交流動力電源又は直流電源が喪失した場合の操作手順

(2) 水素濃度監視

- a. 可搬型格納容器水素濃度計測装置による水素濃度推定
- b. アニュラス水素濃度計測装置による水素濃度測定

(3) その他の手順項目にて考慮する手順

(4) 優先順位

1.10.2.2 アニュラス空気浄化設備の電源（交流又は直流）を代替電源設備から給電する手順等

1.10 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等

< 要求事項 >

発電用原子炉設置者において、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉建屋その他の原子炉格納容器から漏えいする気体状の放射性物質を格納するための施設（以下「原子炉建屋等」という。）の水素爆発による損傷を防止する必要がある場合には、水素爆発による当該原子炉建屋等の損傷を防止するために必要な手順等が適切に整備されているか、又は整備される方針が適切に示されていること。

【解釈】

1 「水素爆発による当該原子炉建屋等の損傷を防止するために必要な手順等」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための手順等をいう。

a) 炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉建屋等の水素爆発による損傷を防止するため、水素濃度制御設備又は水素排出設備により、水素爆発による当該原子炉建屋等の損傷を防止するために必要な手順等を整備すること。

b) 水素爆発による損傷を防止するために必要な設備が、交流又は直流電源が必要な場合は代替電源設備からの給電を可能とする手順等を整備すること。

炉心の著しい損傷が発生した場合において、水素が原子炉格納容器（以下「格納容器」という。）内に放出され、格納容器から格納容器周囲のアンユラスに漏えいした場合においても、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための対処設備を整備しており、ここでは、この対処設備を活用した手順等について説明する。

1.10.1 対応手段と設備の選定

(1) 対応手段と設備の選定の考え方

炉心の著しい損傷が発生した場合において、格納容器内で発生した水素が貫通部から格納容器周囲のアニュラスに漏えいした場合に、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための対応手段と重大事故等対処設備を選定する。

重大事故等対処設備の他に、柔軟な事故対応を行うための対応手段及び多様性拡張設備※¹を選定する。

※1 多様性拡張設備：技術基準上の全ての要求事項を満たすことや全てのプラント状況において使用することは困難であるが、プラント状況によっては、事故対応に有効な設備。

選定した重大事故等対処設備により、技術的能力審査基準（以下「審査基準」という。）だけでなく、設置許可基準規則第五十三条及び技術基準規則第六十八条（以下「基準規則」という。）の要求機能を満足する設備が網羅されていることを確認するとともに、多様性拡張設備との関係を明確にする。

(2) 対応手段と設備の選定の結果

審査基準及び基準規則からの要求により選定した対応手段とその対応に使用する重大事故等対処設備と多様性拡張設備を以下に示す。

なお、重大事故等対処設備、多様性拡張設備及び整備する手順についての関係を第1.10.1表に示す。

a. 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止する対応手段と設備

(a) 対応手段

炉心の著しい損傷が発生した場合に原子炉建屋等の水素爆発による損傷を防止するため、水素を排出する手段がある。また、全交流動力電源又は直流電源が喪失した場合は代替電源設備からBアニュラス空気浄化設備の電源を確保する。

水素排出で使用する設備は以下のとおり。

- ・ アニュラス空気浄化ファン
- ・ アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット
- ・ アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット
- ・ 窒素ポンベ（アニュラス空気浄化ファン弁用）
- ・ 大容量空冷式発電機

炉心の著しい損傷が発生した場合に、水素濃度が変動する可能性がある範囲で、アニュラス内の水素濃度を推定し、監視する手段がある。

水素濃度測定で使用する設備は以下のとおり。

- ・ 可搬型格納容器水素濃度計測装置
- ・ 可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプ
- ・ 可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置
- ・ 移動式大容量ポンプ車
- ・ 燃料油貯蔵タンク
- ・ タンクローリ
- ・ 大容量空冷式発電機
- ・ 格納容器内高レンジエリアモニタB（高レンジ）

- ・ アニュラス水素濃度推定用可搬型線量率計
- ・ 格納容器排気筒高レンジガスモニタ
- ・ アニュラス水素濃度計測装置

(b) 重大事故等対処設備と多様性拡張設備

審査基準及び基準規則に要求される水素排出に使用する設備のうち、アニュラス空気浄化ファン、アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット、アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット、窒素ポンベ（アニュラス空気浄化ファン弁用）及び大容量空冷式発電機は、いずれも重大事故等対処設備と位置づける。また、水素濃度監視に使用する設備のうち、可搬型格納容器水素濃度計測装置、可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプ、可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置、移動式大容量ポンプ車、燃料油貯蔵タンク、タンクローリ、大容量空冷式発電機、格納容器内高レンジエリアモニタ B（高レンジ）及びアニュラス水素濃度推定用可搬型線量率計は、いずれも重大事故等対処設備と位置づける。

これらの選定した設備は、審査基準及び基準規則に要求される設備がすべて網羅されている。

以上の重大事故等対処設備により、炉心の著しい損傷が発生した場合においても、水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止できるため、以下の設備は多様性拡張設備と位置づける。あわせて、その理由を示す。

- ・ 格納容器排気筒高レンジガスモニタ

耐震性を有していないものの、健全であれば中央制御室

にて指示の確認ができるため有効である。

- ・ アニュラス水素濃度計測装置

使用範囲に制限があるものの、健全であればアニュラス内の水素濃度測定が可能であり有効である。

b. 手 順 等

上記のa.における対応手段に係る手順を整備する。また、事故時に監視が必要となる計器及び給電が必要となる設備についても整備する（第1.10.2表、第1.10.3表）。

これらの手順は、運転員等※²及び保修対応要員※³の対応として、炉心の著しい損傷が発生した場合に対処する手順に定める（第1.10.1表）。

※2 運転員等：運転員及び重大事故等対策要員のうち運転対応要員をいう。

※3 保修対応要員：重大事故等対策要員のうち保修対応要員をいう。

1.10.2 重大事故等時の手順等

1.10.2.1 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止する手順等

(1) 水素排出（アニュラス空気浄化設備）

炉心の著しい損傷が発生し、水素が格納容器内に放出され、格納容器から格納容器周囲のアニュラスに漏えいした場合において、アニュラス空気浄化ファンを運転しアニュラス内の水素を含むガスを放射性物質低減機能を有するアニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット及びアニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニットを通して屋外へ排気する手順を整備する。

また、全交流動力電源が喪失した場合においても、アニュラス空気浄化系の弁に窒素ポンペ（アニュラス空気浄化ファン弁用）から窒素を供給し系統構成を行い、代替電源設備である大容量空冷式発電機から給電した後、Bアニュラス空気浄化ファンを運転する手順を整備する。

なお、重大事故等時においてアニュラス空気浄化ファンにより、アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット及びアニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニットを通して排気を行うことで、アニュラス内の放射性物質を低減し、被ばく低減を図る。

操作手順については、全交流動力電源及び直流電源が健全な場合と喪失した場合に分けて記載する。

a. 全交流動力電源及び直流電源が健全である場合の操作手順

(a) 手順着手の判断基準

安全注入信号が発信した場合。

(b) 操作手順

アニュラス空気浄化設備の運転により水素を排出する手順の概要は以下のとおり。概略系統を第1.10.1図に示す。

- ① 当直課長は、手順着手の判断基準に基づき運転員等にアニュラス空気浄化ファンの安全注入信号発信による自動起動確認を指示する。自動起動していない場合は、手動起動を指示する。
- ② 運転員等は、アニュラス空気浄化ファンの自動起動を確認する。自動起動していない場合は、手動起動を行う。
- ③ 運転員等は、中央制御室でアニュラス空気浄化ファンの運転確認を実施し、アニュラス内圧力計にて、アニュラス内圧力が低下することを確認する。
- ④ 当直課長は、炉心出口温度計等により、炉心損傷と判断すれば、運転員等にアニュラス空気浄化ファンの運転確認を指示する。
- ⑤ 運転員等は、中央制御室でアニュラス空気浄化ファンの運転確認を実施する。

(c) 操作の成立性

上記の中央制御室対応は1ユニット当たり運転員等1名で実施する。操作については、中央制御室で通常の運転操作にて対応が可能である。

b. 全交流動力電源又は直流電源が喪失した場合の操作手順

(a) 手順着手の判断基準

全交流動力電源又は直流電源が喪失した場合。

(b) 操作手順

全交流動力電源又は直流電源が喪失した場合、代替電源設備による給電後、アニュラス空気浄化設備の運転により水素を排出する手順の概要は以下のとおり。概略系統を第1.10.1図に、タイムチャートを第1.10.2図に示す。

- ① 当直課長は、手順着手の判断基準に基づき、運転員等に代替空気（窒素）を用いたB系アニュラス空気浄化設備の運転による水素排出の系統構成を指示する。
- ② 運転員等は、現場で代替空気（窒素）供給ラインのフレキシブルホースを接続し、他の系統と連絡する弁について系統構成を行う。
- ③ 運転員等は、現場で窒素ポンベによる代替空気（窒素）供給を実施する。
- ④ 運転員等は、中央制御室でBアニュラス空気浄化ファン起動前の系統構成を実施する。
- ⑤ 当直課長は、代替空気（窒素）を用いたB系アニュラス空気浄化設備の運転が可能となれば、運転員等にBアニュラス空気浄化ファンの起動を指示する。
- ⑥ 運転員等は、中央制御室でBアニュラス空気浄化ファンを起動する。
- ⑦ 運転員等は、中央制御室にて直流電源より受電している

アニュラス出口弁、アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット入口弁、アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット出口弁及びアニュラス全量排気弁が自動で開弁することを確認する。

⑧ 運転員等は、中央制御室でBアニュラス空気浄化ファンの運転確認を実施し、アニュラス内圧力計にて、アニュラス内圧力が低下することを確認する。

⑨ 当直課長は、炉心損傷と判断すれば、再度運転員等にBアニュラス空気浄化ファンの運転確認を指示する。

⑩ 運転員等は、中央制御室でBアニュラス空気浄化ファンの運転確認を実施する。

(c) 操作の成立性

上記の中央制御室対応は、1ユニット当たり運転員等1名、現場対応は1ユニット当たり運転員等2名により作業を実施し、所要時間は、約35分と想定する。

円滑に作業できるように移動経路を確保し、可搬型照明や通信設備等を整備する。室温は通常運転状態と同等である。

(2) 水素濃度監視

a. 可搬型格納容器水素濃度計測装置による水素濃度推定

炉心の著しい損傷が発生した場合に、水素が格納容器内に放出され、格納容器から格納容器周囲のアニュラスに漏えいした場合において、可搬型格納容器水素濃度計測装置により格納容器内の水素濃度測定を行い、アニュラス内の水素濃度を推定し、監視す

る手順を整備する。

アニュラス水素濃度は、炉心の著しい損傷が発生した場合において水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止する必要がある場合に、想定される事故時に水素濃度が変動する可能性のある範囲で推定できる必要がある。

(a) 手順着手の判断基準

炉心出口温度等により炉心の損傷を判断した場合。

(b) 操作手順

可搬型格納容器水素計測装置を用いた原子炉格納容器内水素濃度から、アニュラス内の水素濃度を推定する手順の概要は以下のとおり。タイムチャートを第1.10.3図に示す。

- ① 当直課長は、炉心出口温度等により、炉心損傷を判断した時刻を確認する。
- ② 当直課長は、手順着手の判断基準に基づき運転員等及び保修対応要員に可搬型格納容器水素濃度計測装置を用いたアニュラス水素濃度推定を指示する。
- ③ 運転員等は、炉心損傷判断からの経過時間と格納容器内水素濃度の測定値、格納容器圧力、格納容器再循環サンプル広域水位、原子炉下部キャビティ水位監視装置、水素処理設備（静的触媒式水素再結合装置及び電気式水素燃焼装置）の動作状況及びアニュラス空気浄化系の動作状況を確認する。
- ④ 運転員等は、格納容器内高レンジエリアモニタ B（高レ

レンジ)と格納容器排気筒高レンジガスモニタの線量率の比を算出し、アニュラスへの漏えい率を推定する。

格納容器排気筒高レンジガスモニタが使用できない場合、
保修対応要員によりアニュラス水素濃度推定用可搬型線量率計を運搬し、設置されたことを確認後、格納容器内高レンジエリアモニタB（高レンジ）及びアニュラス水素濃度推定用可搬型線量率計の線量率の比を算出し、アニュラスへの漏えい率を推定する。

- ⑤ 運転員等は、格納容器内水素量推定値、格納容器内水素濃度及びそれに基づくアニュラス水素濃度推定の関係図をアニュラスへの漏えい率の大きさに応じて3種類準備する。
- ⑥ 運転員等は、アニュラスへの漏えい率推定値に、不確定性を考慮した補正係数を乗じ、アニュラスへの漏えい率を算出する。
- ⑦ 運転員等は、補正したアニュラスへの漏えい率より、3種類の中から適切な関係図を選択する。
- ⑧ 運転員等は、関係図から格納容器水素濃度の推移を推定し、アニュラス水素濃度を推定する。
- ⑨ 運転員等は、継続して格納容器からの漏えい率及びアニュラス水素濃度を推定し傾向監視を実施する。

(c) 操作の成立性

上記の中央制御室対応は、1ユニット当たり運転員等1名、現場対応は1ユニット当たり保修対応要員2名により作業を実施し、所要時間は、約70分と想定する。

作業が円滑に行えるように移動経路を確保し、照明や通信設備等を整備する。室温は通常運転状態と同等である。

アニュラスへの漏えい率を推定する場合は、不確定性を考慮する必要がある。

事象が進展するに従って、よう素及びセシウム等の粒子状物質の大部分は沈着又は格納容器スプレイにより格納容器気相部から除去される。補正係数は、格納容器内高レンジエリアモニタ B（高レンジ）がこれらの除去された核種からの放射線を検知することで、格納容器内に浮遊する放射エネルギーを過大に評価し、その結果漏えい率を過小評価してしまう可能性を考慮して設定する。

アニュラス周辺区域で作業を実施する場合は下記を考慮する。

アニュラス空気浄化ファンが起動していれば、アニュラス内の空気は連続して屋外へ排出されるため、アニュラス内水素濃度は可燃領域まで上昇することはない。仮に、アニュラス空気浄化ファンが起動できない場合は、水素濃度推定値だけでなく、炉心溶融の状態、溶融炉心・コンクリート相互作用（MCCI）の発生の可能性、静的触媒式水素再結合装置及び電気式水素燃焼装置の動作状態、格納容器内水素濃度などを確認し、作業の重要性を考慮し、緊急時対策所と協議し、作業実施の可否を本部長が判断する。

なお、作業を開始するに当たっては、作業エリアの環境を確認後、作業を行う。

b. アニュラス水素濃度計測装置による水素濃度測定

炉心の著しい損傷が発生し、水素が格納容器内に放出され、格納容器から格納容器周囲のアニュラスに漏えいした場合において、アニュラス水素濃度計測装置によりアニュラス内の水素濃度を測定し、水素濃度を監視する手順を整備する。

(a) 手順着手の判断基準

炉心出口温度等により、炉心の損傷を判断した場合において、アニュラス空気浄化ファンが起動した場合又は手動で起動した場合。

(b) 操作手順

アニュラス水素濃度計測装置によりアニュラス内の水素濃度監視を実施する手順の概要は以下のとおり。アニュラス水素濃度計測装置の概略図を第1.10.4図に示す。

- ① 当直課長は、手順着手の判断基準に基づき運転員等によりアニュラス水素濃度計測装置によるアニュラス内の水素濃度監視を指示する。
- ② 運転員等は、アニュラス水素濃度計測装置によるアニュラス内の水素濃度監視を実施する。

(c) 操作の成立性

上記の中央制御室対応は、1ユニット当たり運転員等1名により実施する。操作については、中央制御室で対応可能であり、運転員等による準備及び起動操作はない。

(3) その他の手順項目にて考慮する手順

可搬型格納容器水素濃度計測装置による格納容器内水素濃度監視操作手順は「1.9 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等」にて整備する。

操作の判断、確認に係る計装設備に関する手順は「1.15 事故時の計装に関する手順等」にて整備する。

(4) 優先順位

炉心の著しい損傷が発生した場合の水素排出、水素濃度低減及び水素濃度監視手段として、以上の手段を用いて、水素爆発による原子炉建屋等の損傷防止を図る。

事故時において、安全注入信号が発信した場合は、アニュラス空気浄化ファンの自動起動を確認する。自動起動していない場合は、手動操作によりアニュラス空気浄化ファンを起動する。交流動力電源又は直流電源が喪失した場合、代替電源設備からの受電及び代替空気（窒素）を用いたBアニュラス空気浄化ファンの起動操作を実施する。

アニュラス内の放射線量の推定は、多様性拡張設備である格納容器排気筒高レンジガスモニタが使用可能であれば、アニュラス水素濃度推定用可搬型線量率計よりも優先使用する。

アニュラス内の環境が悪化するまでは、アニュラス水素濃度計測装置により、アニュラス内水素濃度実測値を確認し、推定した水素濃度との比較を行う。

多様性拡張設備であるアニュラス水素濃度計測装置は、炉心損傷後の高放射線下及び高温下では指示値に影響があるため、使用可能

な範囲を逸脱した場合は、参考値として扱う必要がある。この場合は、原子炉格納容器内の水素濃度から推定するアニュラス水素濃度を優先して取り扱う。なお、アニュラス水素濃度計測装置の指示値を参考にする場合は、計測器の環境特性を考慮する。

以上の対応手順のフローチャートを第1.10.5図に示す。

1.10.2.2 アニュラス空気浄化設備の電源（交流又は直流）を代替電源設備から給電する手順等

炉心の著しい損傷が発生し、全交流動力電源又は直流電源が喪失した場合に、原子炉建屋等の水素爆発による損傷を防止するため、代替電源設備によりアニュラス空気浄化設備に給電する手順を整備する。

代替電源設備によりアニュラス空気浄化設備へ給電する手順は「1.14 電源の確保に関する手順等」にて整備する。

第1.10.1表 重大事故等における対応手段と整備する手順

分類	機能喪失を想定する設計基準事故対処設備	対応手段	対応設備		整備する手順書＊１	手順書の分類
—	—	水素排出	アニュラス空気浄化ファン＊２＊３	重大事故等対処設備	全交流動力電源が喪失した場合の手順等（二部事象ベース：運転員等及び保守対応要員）	炉心の著しい損傷及び格納容器破損を防止する運転手順等
			アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット			
			アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット			
			窒素ポンベ（アニュラス空気浄化ファン弁用）			
			大容量空冷式発電機＊３			
		水素濃度監視	可搬型格納容器水素濃度計測装置＊２＊３＊４	重大事故等対処設備	炉心の著しい損傷が発生した場合に対処する手順（三部：運転員等及び保守対応要員）	炉心の著しい損傷が発生した場合に対処する運転手順
			可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプ＊２＊３＊４			
			可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置＊２＊３＊４			
			移動式大容量ポンプ車＊４			
			燃料油貯蔵タンク＊５			
			タンクローリ＊５			
			格納容器内高レンジエリアモニタＢ（高レンジ）			
			アニュラス水素濃度推定用可搬型線量率計			
			格納容器排気筒高レンジガスモニタ	多様性 拡張設備		
			大容量空冷式発電機＊３	重大事故等 対処設備		
			アニュラス水素濃度計測装置	多様性 拡張設備		

＊1：整備する手順は、想定事象別に第一部（設計基準事象）、第二部（設計基準外事象：事象ベース、兆候〔安全機能〕ベース、停止中）、第三部（炉心損傷後影響緩和）に整備する。

＊2：ディーゼル発電機等により給電する。

＊3：代替電源設備からの給電に関する手順は「1.14 電源の確保に関する手順等」にて整備する。

＊4：手順は「1.9 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等」にて整備する。

＊5：移動式大容量ポンプ車の燃料補給に使用する。燃料補給の手順は「1.6 原子炉格納容器内の冷却等のための手順等」にて整備する。

第1.10.2表 重大事故等対処に係る監視計器

1.10 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等

監視計器一覧（1／2）

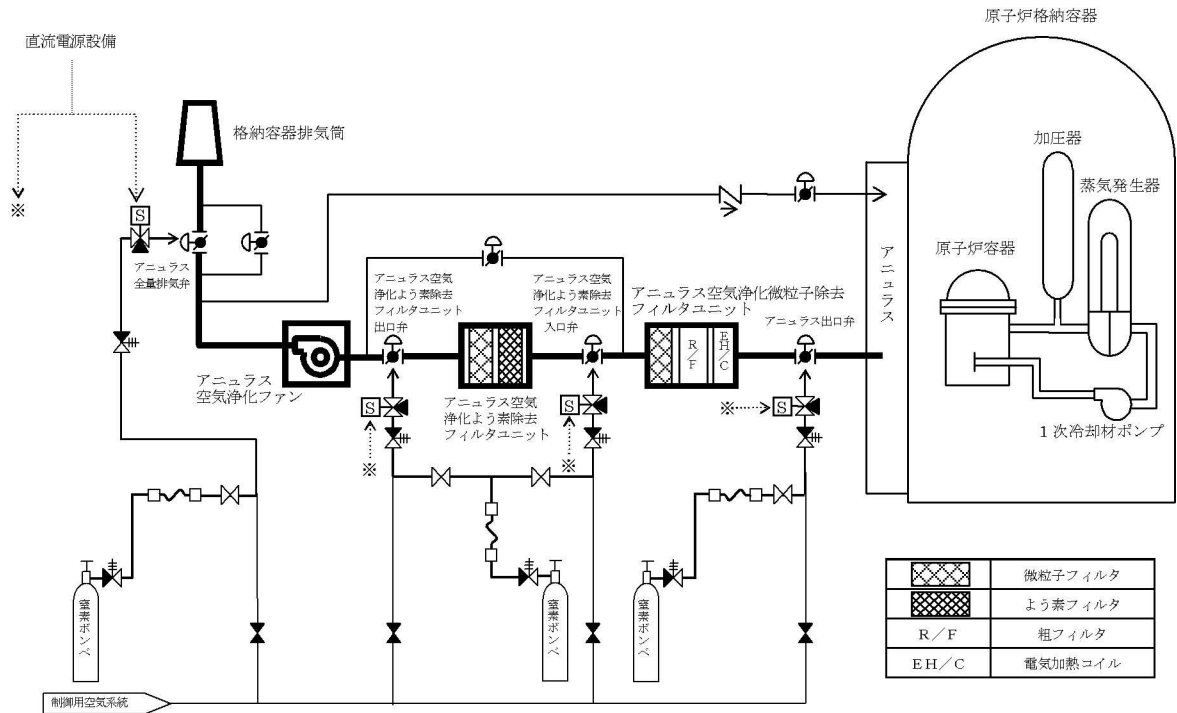
対応手段		重大事故等の 対応に必要なと なる監視項目	監視計器
1.10.2 重大事故等時の手順等 (1) 水素排出（アニュラス空気浄化設備）			
a. 交流動力電源及び直流電源が健全である場合の操作手順	判断基準	信号	・安全注入動作警報
	操作	原子炉圧力容器内の温度	・炉心出口温度計
		原子炉格納容器内の放射線量率	・格納容器内高レンジエリアモニタB（高レンジ）
		アニュラス内の圧力	・アニュラス内圧力計
b. 交流動力電源又は直流電源が喪失した場合の操作手順	判断基準	電源	・4-1A、B1、B2、C、D母線電圧計 ・A、B直流電源電圧計
	操作	原子炉圧力容器内の温度	・炉心出口温度計
		原子炉格納容器内の放射線量率	・格納容器内高レンジエリアモニタB（高レンジ）
		電源	・大容量空冷式発電機電圧計、電力計、周波数計（重大事故等対処用制御盤）
		アニュラス内の圧力	・アニュラス内圧力計

監視計器一覧（2 / 2）

対応手段		重大事故等の 対応に必要なと なる監視項目	監視計器
(2) 水素濃度監視			
a. 可搬型格納容器水素濃度 計測装置による水素濃度推 定	判 断 基 準	原子炉圧力容器 内の温度	・炉心出口温度計
		原子炉格納容器 内の放射線量率	・格納容器内高レンジエリア モニタ B（高レンジ）
	操 作	原子炉格納容器 内の圧力	・格納容器内圧力計
		原子炉格納容器 内の水位	・格納容器再循環サンプ広域水位計 ・原子炉下部キャビティ水位監視 装置
		原子炉格納容器 内の水素濃度	・格納容器水素濃度計測装置
		補機監視装置	・静的触媒式水素再結合装置動作 監視装置
			・電気式水素燃焼装置動作監視 装置
		原子炉格納容器 内の放射線量率	・格納容器内高レンジエリア モニタ B（高レンジ）
		原子炉格納容器 外の放射線量率	・アニュラス水素濃度推定用可搬 型線量率計
b. アニュラス水素濃度計測 装置による水素濃度測定	判 断 基 準	原子炉圧力容器 内の温度	・炉心出口温度計
		原子炉格納容器 内の放射線量率	・格納容器内高レンジエリア モニタ B（高レンジ）
	操 作	アニュラス内の 水素濃度	・アニュラス水素濃度計測装置

第 1.10.3 表 審査基準における要求事項毎の給電対象設備

対象条文	供給対象設備	給電元
【1.10】 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等	アニュラス空気 浄化ファン	C1 原子炉 コントロールセンタ
		D1 原子炉 コントロールセンタ
	アニュラス出口弁	A 直流 コントロールセンタ
		B 直流 コントロールセンタ
	アニュラス空気浄化よう素除去 フィルタユニット入口弁	A 直流 コントロールセンタ
		B 直流 コントロールセンタ
	アニュラス空気浄化よう素除去 フィルタユニット出口弁	A 直流 コントロールセンタ
		B 直流 コントロールセンタ
	アニュラス全量排気弁	A 直流 コントロールセンタ
		B 直流 コントロールセンタ
	可搬型格納容器水素 濃度計測装置	A 直流 コントロールセンタ
		B 直流 コントロールセンタ
	可搬型ガスサンプリング冷却器用冷 却ポンプ	A 事故後サンプリングエリア コントロールセンタ
	可搬型代替ガス サンプリング圧縮装置	A 事故後サンプリングエリア コントロールセンタ
	格納容器内高レンジ エリアモニタ B（高レンジ）	C 計装用電源
		D 計装用電源



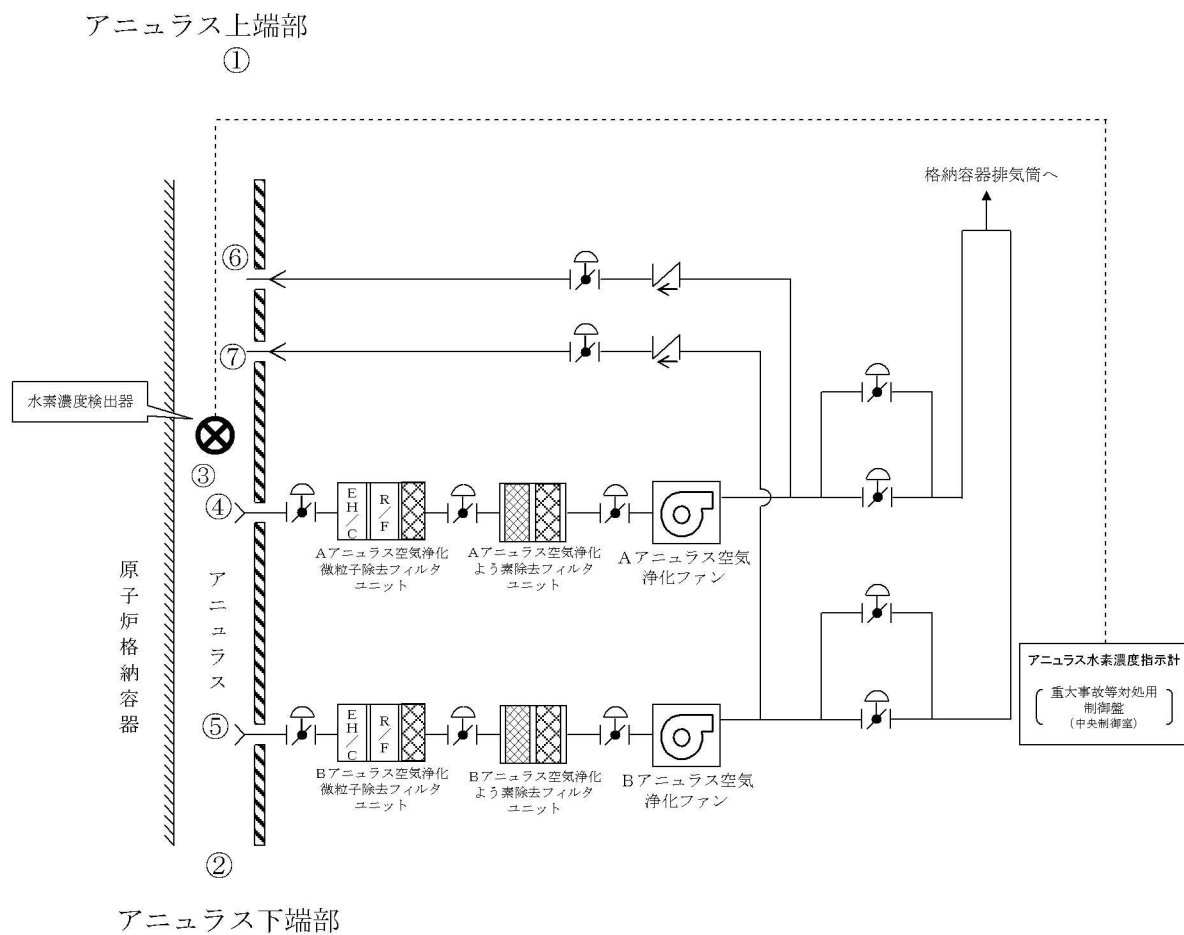
第 1.10.1 図 代替空気（窒素）によるアニュラス空気浄化設備の運転
系統概略図

			経過時間(分)										備考
			10	20	30	40	50	60	70	80	90		
手順の項目	要員（数）		約 3 5 分 アニュラス空気浄化ファン運転開始										
代替空気（窒素）によるアニュラス空気浄化設備の運転	運転員等（中央制御室）	1											
	運転員等（現場）	2	移動、系統構成										

第 1.10.2 図 代替空気（窒素）によるアニュラス空気浄化設備の運転
タイムチャート

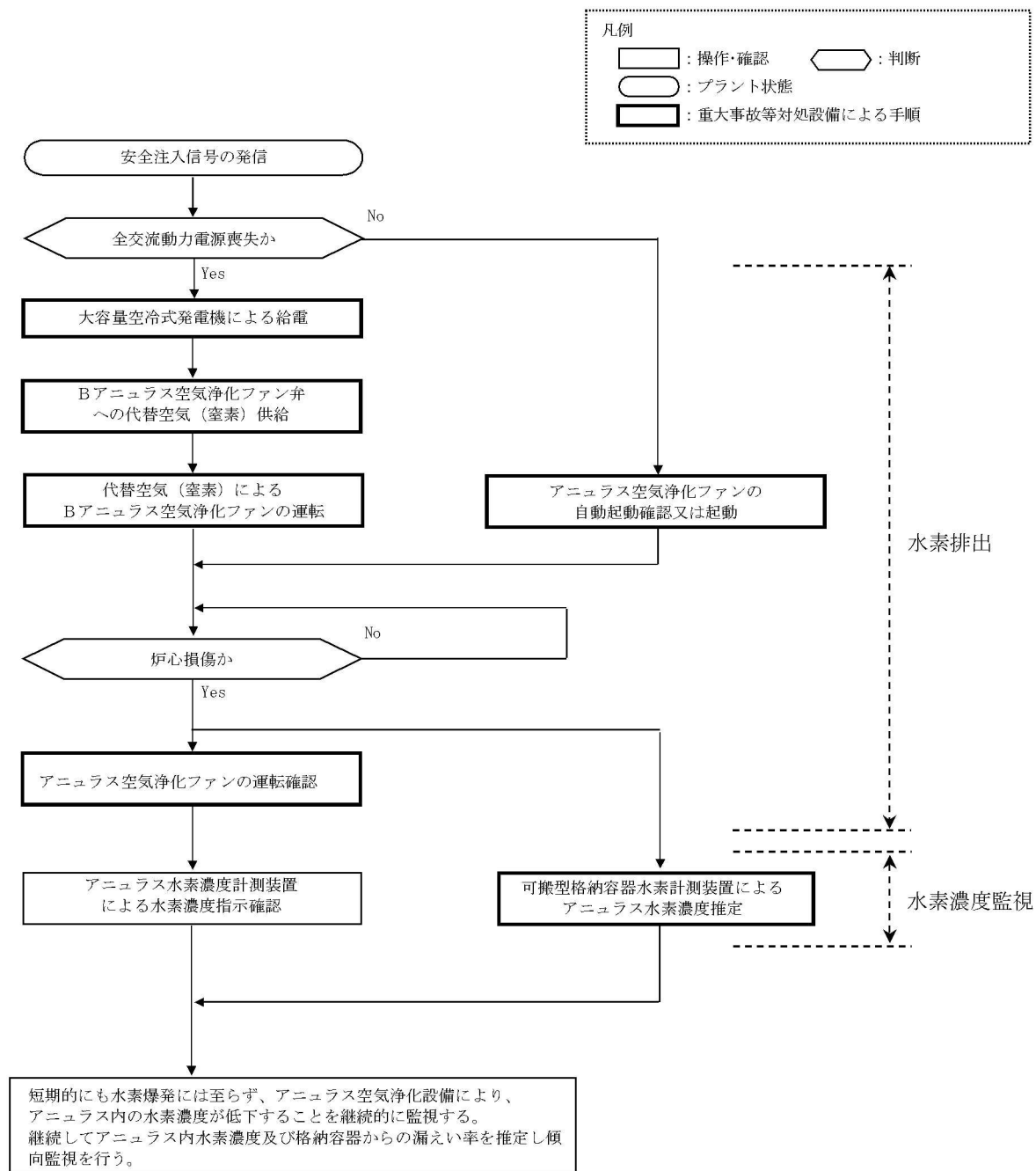
			経過時間(分)											備考
			10	20	30	40	50	60	70	80	90			
手順の項目	要員（数）		約70分 アニュラス 水素濃度推定											
アニュラス水素濃度 推定 (アニュラス水素濃度推 定用可搬型線量率計設 置含む)	保修対応要員	2	移動、運搬											
				可搬型線量率計設置										
	運転員等 (中央制御室)	1									アニュラス水素濃度推定			
											→			

第 1.10.3 図 アニュラス水素濃度推定（可搬型線量率計設置含む）
タイムチャート



アニュラス空気浄化設備設置高さ			
		1号炉	2号炉
①	アニュラス上端部	EL. +47.5m	EL. +47.5m
②	アニュラス下端部	EL. -2.0m	EL. -2.0m
③	アニュラス水素濃度計検出器	EL. +17.0m	EL. +17.2m
④	Aアニュラス空気浄化ファン吸込み	EL. +18.3m	EL. +18.3m
⑤	Bアニュラス空気浄化ファン吸込み	EL. +18.3m	EL. +17.2m
⑥	Aアニュラス空気浄化ファン戻り	EL. +16.7m	EL. +17.0m
⑦	Bアニュラス空気浄化ファン戻り	EL. +16.7m	EL. +17.0m

第 1.10.4 図 アニュラス水素濃度計測装置概略図



第 1.10.5 図 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための
対応手順

1.11 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等

< 目 次 >

1.11.1 対応手段と設備の選定

(1) 対応手段と設備の選定の考え方

(2) 対応手段と設備の選定の結果

- a. 使用済燃料ピットの冷却機能又は注水機能の喪失時又は使用済燃料ピット水の小規模な漏えい発生時の対応手段と設備
- b. 使用済燃料ピットからの大量の水の漏えい発生時の対応手段と設備
- c. 重大事故等時における使用済燃料ピットの監視のための対応手段と設備
- d. 手 順 等

1.11.2 重大事故等時の手順等

1.11.2.1 使用済燃料ピットの冷却機能又は注水機能の喪失時又は使用済燃料ピット水の小規模な漏えい発生時の手順等

- (1) 屋外タンクから使用済燃料ピットへの注水
- (2) 電動消火ポンプ、ディーゼル消火ポンプ又は消防自動車による使用済燃料ピットへの注水
- (3) 使用済燃料ピット補給用水中ポンプによる使用済燃料ピットへの注水
- (4) その他の手順項目にて考慮する手順
- (5) 優先順位

1.11.2.2 使用済燃料ピットからの大量の水の漏えい発生時の手順等

- (1) 可搬型電動低圧注入ポンプ又は可搬型ディーゼル注入ポンプ及び使用済燃料ピットスプレイヘッダによる使用済燃料ピットへのスプレイ
 - (2) 移動式大容量ポンプ車及び放水砲による使用済燃料ピットへの放水
 - (3) 使用済燃料ピットからの漏えい緩和
 - (4) その他の手順項目にて考慮する手順
 - (5) 優先順位
- 1.11.2.3 重大事故等時の使用済燃料ピットの監視時の手順等
- (1) 常設設備による使用済燃料ピットの状態監視
 - (2) 可搬型設備による使用済燃料ピットの状態監視
 - (3) その他の手順項目にて考慮する手順
- 1.11.2.4 使用済燃料ピット監視計器の電源（交流又は直流）を代替電源設備から給電する手順等

1.11 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等

< 要求事項 >

- 1 発電用原子炉設置者において、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又は注水機能が喪失し、又は使用済燃料貯蔵槽からの水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が低下した場合において使用済燃料貯蔵槽内の燃料体又は使用済燃料（以下「貯蔵槽内燃料体等」という。）を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止するために必要な手順等が適切に整備されているか、又は整備される方針が適切に示されていること。
- 2 発電用原子炉設置者は、使用済燃料貯蔵槽からの大量の水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が異常に低下した場合において貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷の進行を緩和し、及び臨界を防止するために必要な手順等が適切に整備されているか、又は整備される方針が適切に示されていること。

【解釈】

- 1 第1項に規定する「使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又は注水機能が喪失し、又は使用済燃料貯蔵槽からの水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が低下した場合」とは、実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））第37条3－1(a)及び(b)で定義する想定事故1及び想定事故2において想定する使用済燃料貯蔵槽の水位の低下をいう。

2 第1項に規定する「貯蔵槽内燃料体等を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止するために必要な手順等」とは、以下に掲げる措置又はこれと同等以上の効果を有する措置を行うための手順等をいう。

a) 想定事故1及び想定事故2が発生した場合において、代替注水設備により、使用済燃料貯蔵槽内燃料体等を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止するために必要な手順等を整備すること。

b) 想定事故1及び想定事故2が発生した場合において発生する水蒸気が重大事故等対処設備に悪影響を及ぼす可能性がある場合は、当該悪影響を防止するために必要な手順等を整備すること。

3 第2項に規定する「貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷の進行を緩和し、及び臨界を防止するために必要な手順等」とは、以下に掲げる措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置を行うための手順等をいう。

a) 使用済燃料貯蔵槽の水位が維持できない場合において、スプレイ設備により、燃料損傷を緩和し、臨界を防止するために必要な手順等を整備すること。

b) 燃料損傷時に、できる限り環境への放射性物質の放出を低減するための手順等を整備すること。

4 第1項及び第2項の手順等として、使用済燃料貯蔵槽の監視は、以下によること。

a) 使用済燃料貯蔵槽の水位、水温及び上部の空間線量率につい

て、燃料貯蔵設備に係る重大事故等により変動する可能性のある範囲にわたり測定できること。

b) 使用済燃料貯蔵槽の計測設備が、交流又は直流電源が必要な場合には、代替電源設備からの給電を可能とすること。

使用済燃料貯蔵槽（以下「使用済燃料ピット」という。）の冷却機能又は注水機能が喪失し、又は使用済燃料ピットからの水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料ピットの水位が低下した場合において使用済燃料ピット内の燃料体又は使用済燃料（以下「貯蔵槽内燃料体等」という。）を冷却し、放射線を遮へいし、及び臨界を防止するための対処設備を整備しており、ここでは、この対処設備を活用した手順等について説明する。なお、使用済燃料ピットから発生する水蒸気が重大事故等対処設備に悪影響を及ぼす可能性がある場合は、当該悪影響を防止するための手順等を整備する必要がある。使用済燃料ピットが設置されている使用済燃料ピット区域は隣接する他の区域とは区画されていることから、影響範囲は使用済燃料ピット区域に設置する使用済燃料ピットの監視に用いる設備となり、これらの設備は、使用済燃料ピットから発生する水蒸気による高温、高湿度の環境で使用する設計とし、「1.11.2.3 重大事故等時の使用済燃料ピットの監視時の手順等」に示す手順を整備している。

使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料ピットの水位が異常に低下した場合において貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷の進行を緩和し、臨界を防止し、放射性物質の放出を低減するための対処設備を整備しており、ここでは、この対処設備を活用した手順等について説明する。

1.11.1 対応手順と設備の選定

(1) 対応手段と設備の選定の考え方

使用済燃料ピットを冷却するための設計基準対象施設の冷却設備として、使用済燃料ピットポンプ及び使用済燃料ピット冷却器等の使用済燃料ピット水浄化冷却設備を設置している。また、使用済燃料ピットへ注水するための設計基準対象施設の注水設備として、燃料取替用水タンク、燃料取替用水ポンプ、2次系純水タンク及び2次系補給水ポンプを設置している。これらの冷却又は注水を行うための設計基準対象施設の冷却又は注水設備の機能が喪失し、又は使用済燃料ピットからの漏えいが発生した場合はその機能を代替するために、各設計基準対象施設の冷却又は注水設備が有する機能、相互関係を明確にした上で、想定する故障に対応できる対応手段及び重大事故等対処設備を選定する（第1.11.1図、第1.11.2図）。（以下「機能喪失原因対策分析」という。）

使用済燃料ピットから大量の水が漏えいし使用済燃料ピットの水位が維持できない場合を想定し、使用済燃料ピットへのスプレー又は燃料取扱建屋（使用済燃料ピット内燃料体等）への放水により貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷を緩和し、臨界を防止するための対応手段及び重大事故等対処設備を選定する。

使用済燃料ピットの冷却機能又は注水機能が喪失し、又は使用済燃料ピット水の小規模な漏えい及び使用済燃料ピットからの大量の水の漏えい発生時において、使用済燃料ピットの水位、水温及び上部の空間線量率について変動する可能性のある範囲にわたり測定す

る対応手段及び重大事故等対処設備を選定する。

重大事故等対処設備の他に、柔軟な事故対応を行うための対応手段及び多様性拡張設備※¹を選定する。

※1 多様性拡張設備：技術基準上の全ての要求事項を満たすことや全てのプラント状況において使用することは困難であるが、プラント状況によっては、事故対応に有効な設備。

選定した重大事故等対処設備により、技術的能力審査基準（以下「審査基準」という。）だけでなく、設置許可基準規則第五十四条及び技術基準規則第六十九条（以下「基準規則」という。）の要求機能を満足する設備が網羅されていることを確認するとともに、多様性拡張設備との関係を明確にする。

（2） 対応手段と設備の選定の結果

設計基準対象施設の冷却又は注水設備に要求される機能の喪失原因と対応手段の検討及び審査基準、基準規則要求により選定した対応手段と、その対応に使用する重大事故等対処設備と多様性拡張設備を以下に示す。

なお、機能喪失を想定する設計基準対象施設の冷却又は注水設備、重大事故等対処設備、多様性拡張設備及び整備する手順についての関係を第1.11.1表～第1.11.3表に示す。

- a. 使用済燃料ピットの冷却機能又は注水機能の喪失時又は使用済燃料ピット水の小規模な漏えい発生時の対応手段と設備

(a) 対応手段

使用済燃料ピットの冷却機能喪失又は注水機能が喪失し、又は使用済燃料ピットの小規模な漏えい発生時に、使用済燃料ピットへの注水により貯蔵槽内燃料体等を冷却し、放射線を遮へいし、及び臨界を防止する手段がある。

屋外タンクから使用済燃料ピットへの注水で使用する設備は以下のとおり。

- ・ 燃料取替用水ポンプ
- ・ 燃料取替用水タンク
- ・ 燃料取替用水補助タンク
- ・ 2次系補給水ポンプ
- ・ 2次系純水タンク

使用済燃料ピット補給用水中ポンプによる使用済燃料ピットへの注水で使用する設備は以下のとおり。

- ・ 使用済燃料ピット補給用水中ポンプ
- ・ 使用済燃料ピット及び復水タンク補給用水中ポンプ用発電機
- ・ 燃料油貯蔵タンク
- ・ タンクローリ

消火設備による使用済燃料ピットへの注水で使用する設備は以下のとおり。

- ・ 電動消火ポンプ
- ・ ディーゼル消火ポンプ

- ・ 消防自動車
- ・ ろ過水貯蔵タンク

(b) 重大事故等対処設備と多様性拡張設備

機能喪失原因対策分析の結果により選定した、使用済燃料ピットへの注水に使用する設備のうち使用済燃料ピット補給用水中ポンプ、使用済燃料ピット及び復水タンク補給用水中ポンプ用発電機、燃料油貯蔵タンク及びタンクローリはいずれも重大事故等対処設備と位置づける。

これらの機能喪失原因対策分析の結果により選定した設備は、審査基準及び基準規則に要求される設備を全て網羅している。

以上の重大事故等対処設備により、貯蔵槽内燃料体等の冷却、放射線の遮へい、及び臨界を防止することが可能であるため、以下の設備は多様性拡張設備と位置づける。あわせて、その理由を示す。

- ・ 燃料取替用水ポンプ、燃料取替用水タンク

燃料取替用水タンクは、事故時に原子炉等へ注入する必要がある場合に水源として使用すること、定期検査時において燃料取替時の原子炉キャビティへの水張りに使用することから、必要な水量が確保できない場合があるが、使用済燃料ピットへ注水するためには有効である。

- ・ 燃料取替用水ポンプ、燃料取替用水補助タンク

燃料取替用水補助タンクは、共用設備であり定期検査等には燃料検査ピット等への水張りに使用することから、必要な水量が確保できない場合があるが、使用済燃料ピット

へ注水するためには有効である。

- ・ 2次系補給水ポンプ、2次系純水タンク

2次系純水タンクは、耐震Cクラスであり十分な耐震性を有していないため、重大事故等発生時に対応できる設備としての信頼性を有していないが、必要な水量を確保しており、使用済燃料ピットへ注水するためには有効である。

- ・ 電動消火ポンプ、ディーゼル消火ポンプ、消防自動車、ろ過水貯蔵タンク

消火を目的として配備しているが、火災が発生していなければ代替手段として有効である。

b. 使用済燃料ピットからの大量の水の漏えい発生時の対応手段と設備

(a) 対応手段

使用済燃料ピットからの大量の水の漏えい発生時、使用済燃料ピットへのスプレーにより燃料損傷を緩和し、臨界を防止及び燃料損傷時に、できる限り環境への放射性物質の放出を低減する手段がある。

使用済燃料ピットへのスプレーで使用する設備は以下のとおり。

- ・ 可搬型電動低圧注入ポンプ
- ・ 可搬型電動ポンプ用発電機
- ・ 可搬型ディーゼル注入ポンプ
- ・ 使用済燃料ピットスプレーヘッダ
- ・ 燃料油貯蔵タンク

- ・ タンクローリ

使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいが発生し、燃料が損傷した場合に、燃料取扱建屋（使用済燃料ピット内燃料体等）への放水によりできる限り環境への放射性物質の放出を低減する手段がある。

使用済燃料ピットへの放水で使用する設備は以下のとおり。

- ・ 移動式大容量ポンプ車
- ・ 放水砲
- ・ 燃料油貯蔵タンク
- ・ タンクローリ

使用済燃料ピット内側から漏えいしている場合に、資機材を用いて漏えいを緩和する手段がある。

使用済燃料ピットからの漏えい緩和で使用する資機材は以下のとおり。

- ・ ガスケット材
- ・ ガスケット接着剤
- ・ ステンレス鋼板
- ・ 吊り降ろしロープ等

(b) 重大事故等対処設備と多様性拡張設備

機能喪失原因対策分析の結果により選定した、使用済燃料ピットへのスプレイ及び燃料取扱建屋（使用済燃料ピット内燃料体等）への放水に使用する設備のうち、可搬型電動低圧注入ポ